ATTI

DELLA

ACCADEMIA GIOENIA

DI SCIENZE NATURALI

IN CATANIA

ANNO LXXXII

1905

SERIE QUARTA

VOLUME XVIII.

CATANIA

C. GALÀTOLA, EDITORE

1905.

ATTI

DELLA

ACCADEMIA GIOENIA

DI SCIENZE NATURALI

IN CATANIA

ANNO LXXXII

1905

SERIE QUARTA

VOLUME XVIII.

CATANIA
C. GALÀTOLA, EDITORE
1905.

Accademia Gioenia di Scienze Naturali
IN CATANIA

Cariche Accademiche per l'anno 1904-'905

UFFICIO DI PRESIDENZA

RICCÒ Uff. Prof. Annibale — *Presidente*
CLEMENTI Comm. Prof. Gesualdo — *Vice-Presidente*
GRIMALDI Cav. Prof. Giovan Pietro — *Segretario*
PENNACCHIETTI Cav. Prof. Giovanni — *Vice-Segretario per la sezione di Scienze fisiche e matematiche*
FELETTI Cav. Prof. Raimondo — *Vice-Segretario per la sezione di Scienze naturali*

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

ZANETTI Prof. Carlo Umberto
STADERINI Prof. Rutilio
PIERI Prof. Mario
GRASSI Cav. Prof. Giuseppe — *Cassiere*
LAURICELLA Prof. Giuseppe — *Bibliotecario*
. . . .

Elenco nominativo dei Soci Onorari, Effettivi e Corrispondenti

Soci Onorari

NOMINATI DOPO L' APPROVAZIONE DEL NUOVO STATUTO

S. A. R. IL DUCA DEGLI ABBRUZZI

Todaro sen. comm. prof. Francesco
Chaix prof. Emilio
Macaluso comm. prof. Damiano
Cannizzaro sen. gr. uff. prof. Stanislao
Mosso sen. comm. prof. Angelo
Blaserna sen. comm. prof. Pietro
Naccari uff. prof. Andrea
Strüver comm. prof. Giovanni
Ròiti uff. prof. Antonio
Cerruti sen. comm. prof. Valentino
Berthelot prof. Marcellino
Grassi cav. prof. Battista
Schiaparelli sen. comm. prof. Giovanni
Wiedemann prof. Eilhard
Capellini sen. comm. prof. Giovanni
Righi sen. prof. Augusto
Volterra sen. prof. Vito
Dini sen. comm. prof. Ulisse
Ciamician comm. prof. Giacomo
Dohrn comm. prof. Antonio
Briosi comm. prof. Giovanni

Soci Effettivi

1. **Tomaselli** gr. uff. prof. Salvatore
2. **Clementi** comm. prof. Gesualdo
3. **Orsini Faraone** prof. Angelo
4. **Basile** prof. Gioachino
5. **Capparelli** uff. prof. Andrea
6. **Mollame** cav. prof. Vincenzo
7. **Aradas** cav. prof. Salvatore
8. **Di Sangiuliano** march. gr. uff. Ant.
9. **Ughetti** cav. prof. Giambattista
10. **Fichera** uff. prof. Filadelfo
11. **Feletti** cav. prof. Raimondo
12. **Pennacchietti** cav. prof. Giovanni
13. **Petrone** uff. prof. Angelo
14. **Riccò** Uff. prof. Annibale
15. **Curci** cav. prof. Antonio
16. **Bucca** prof. Lorenzo
17. **Grimaldi** cav. prof. Giov. Pietro
18. **Grassi** cav. prof. Giuseppe
19. **Di Mattei** uff. prof. Eugenio
20. **D' Abundo** prof. Giuseppe
21. **Lauricella** prof. Giuseppe
22. **Zanetti** prof. Carlo Umberto
23. **Pieri** prof. Mario
24. **Staderini** prof. Rutilio
25. **Cavara** prof. Fridiano
26. **Russo** prof. Achille
27. **Perrando** prof. Gian Giacomo
28. **Fubini** prof. Guido
29. . , ...
30. . . . .

Soci Effettivi

DIVENUTI CORRISPONDENTI PER CAMBIAMENTO DI RESIDENZA

Speciale prof. Sebastiano
Stracciati prof. Enrico
Peratoner prof. Alberto
Leonardi gr. uff. avv. Giovanni *
Ricciardi uff. prof. Leonardo
Baccarini prof. Pasquale

Soci Corrispondenti

NOMINATI DOPO L' APPROVAZIONE DEL NUOVO STATUTO

Pellizzari prof. Guido
Maggi cav. prof. Giovanni Antonio
Martinetti prof. Vittorio
Meli prof. Romolo
Papasogli prof. Giorgio
Condorelli Francaviglia dott. Mario
Pisani dott. Rocco
Bassani cav. prof. Francesco
Gaglio cav. prof. Gaetano
Moscato dott. Pasquale
Guzzardi dott. Michele
Alonzo dott. Giovanni
Distefano dott. Giovanni
Gozzolino uff. prof. Vincenzo
Magnanini prof. Gaetano
Sella prof. Alfonso
Pagliani cav. prof. Stefano
Chistoni cav. prof. Ciro
Galitzine Principe Boris
Battelli cav. prof. Angelo
Guglielmo prof. Giovanni
Cardani cav. prof. Pietro
Garbieri cav. prof. Giovanni
Giannetti cav. prof. Paolo
Cervello comm. prof. Vincenzo
Albertoni cav. prof. Pietro
La Monaca dott. Silvestro
Luciani comm. prof. Luigi
Zona cav. prof. Temistocle
Bazzi prof. Eugenio
Chironi cav. prof. Vincenzo
Morselli prof. Enrico
Raffo dott. Guido
Materazzo dott. Giuseppe
Borzì cav. prof. Antonio
Falco dott. Francesco
Del Lungo prof. dott. Carlo
Giovannozzi prof. Giovanni
Kohlrausch prof. Giovanni
Zambacco dott. N.
Donati prof. Luigi
De Heen prof. Pietro
Pernice prof. Biagio
Caldarera dott. Gaetano
Salomone Marino prof. Salvatore
Pandolfi dott. Eduardo
Lo Bianco dott. Salvatore
Guzzanti cav. Corrado
Valenti prof. Giulio
Majorana dott. Quirino
Boggio-Lera prof. Enrico
Lo Priore prof. Giuseppe
Pinto prof. Luigi
Romiti Prof. Guglielmo

* Divenuto Socio corrispodente per dimissione dal grado di effettivo.

Memoria I.

La fina struttura delle fibre nervose a doppio contorno

Prof. A. CAPPARELLI

Mentre gli studi sul sistema nervoso centrale sono progrediti enormemente, per opera dei recenti perfezionamenti della tecnica, introdotti principalmente dal prof. Golgi; regnano ancora dubbi ed incertezze sulla vera struttura delle fibre elementari nervose midollari: dimodochè il progresso nello studio del sistema nervoso è avvenuto solo unilateralmente.

Effettivamente, noi, oggi non sappiamo se i particolari di struttura segnalati da Ewald e Küne (1876) Rumpf (1878) Randanawsky (1865-1875) Klebs (1863) Todaro (1872 Tamanschef e quelli più recenti di Golgi, raccolti in un lavoro magistrale, sulla struttura delle fibre nervose e pubblicato nell' Archivio per le scienze mediche nel v. IV n. 10, 1881; rispondono effettivamente al vero; o dobbiamo definitivamente attenerci a quelli più recenti, che considerano la fibra nervosa a doppio contorno costituita in modo molto più semplice.

Difatti per formarci un concetto delle indecisioni che regnano, intorno alla struttura intima delle fibre nervose, basta dare un' occhiata alle opposte opinioni emesse dopo il Lantermann, sulla esistenza di un reticolo nelle fibre nervose in esse preformato; reticolo, secondo alcuni, devoluto all' azione dei reagenti sulla mielina: reticolo di natura neurocheratinica, di forma e distribuzione differente secondo Ewald e Küne; di altra natura forma e disposizione, secondo altri. Ed opinioni ed interpretazioni proprie e spesso opposte, hanno difatti emesso su questo argomento il Pestik (1881) Boveri (1885) Iacobi (1886) Gedoelst (1886) Ioseph (1888) Owsjunnikow (1891) Rassolino e

MURAVIEFF (1897) ed infine RAMON Y CAJAL: e nuovi dubbi vengono accumulati sulla entità del reticolo neurocheratinico e sulla preesistenza delle incisure del LANTERMANN, in un recente lavoro pubblicato negli Atti della R. Accademia delle scienze di Torino nel 1904. V. XXXIX. disp. 7°, da Mario Chiò.

Ho voluto, di fronte a tanta incertezza, ripigliare lo studio istologico delle fibre nervose, servendomi di un metodo proprio; comunicato alcuni anni fa all' Accademia Gioenia di Catania.

Ho pensato che la cosa migliore, nello stato attuale della questione, è quella di cambiare indirizzo; difatti le numerose controversie sono ingenerate dalla certezza che i reagenti, le materie coloranti, alterano ed intorbidano lo strato mielinico, il quale assume, con i differenti reattivi, aspetto e forme svariate: dando apparenze erronee e determinando anche dettagli inesistenti; ed impedendo, intorbidandosi, la esatta visione degli elementi situati al di sotto di questo strato. Ricerche giustificate e pazienti sono state demolite di un tratto; e non sempre ponderatamente, dall' accusa che la mielina si deforma con i reagenti impiegati.

Il metodo che io ho adottato, per lo studio del sistema nervoso, è unicamente fisico e consiste essenzialmente nel privare la fibra nervosa dello strato mielinico senza impiego di solventi.

Effettivamente la fibra nervosa, privata di mielina, diventa trasparentissima ed è facile vedere in tal caso l'interna struttura della fibra nervosa stessa.

I lavori di RAMON Y CAJAL, di APATHY, di BETHE, di BÜTSCHLI e di altri eminentissimi e competentissimi istologi, conducenti, alcuni, ad opposte conclusioni, non mi hanno distolto dalle mie convinzioni; perchè in buona parte, i particolari da essi descritti, appartengono a quell' involucro mielinico e cilindrassico, che con i metodi da loro adoperati, non lasciano vedere quello che c'è allo interno; senza distruggere questi involucri o in tutto o in parte, non è possibile vedere quello che essi contengono allo interno, cioè, quello che io ho osservato e anche fotografato.

La principale preoccupazione e ricerca è stata quella di vedere se il metodo alterasse notevolmente le fibre nervose, se distruggesse i minuti particolari di struttura o ne determinasse dei nuovi.

La fibra nervosa, fissata prima e trattata col mio metodo, conserva i diametri normali, ha tutto l' aspetto ed i particolari che si osservano in quelle fissate con i metodi attualmente in uso in istologia, conserva la forma, la dimensione, la direzione e la disposizione dei minuti particolari segnalati dal LANTERMANN; e qui alludo alle contrastate incisure e a tutti i particolari descritti dal RANVIER negli strozzamenti, dove anche il rigonfiamento biconico e la saldatura esistente in esso, è visibilissima: argomenti tutti che mi autorizzano a credere, che il nuovo indirizzo merita fede ed ha valore di metodo di ricerca.

Col mio metodo, eliminata la mielina, ho potuto accertare e determinare dei particolari di struttura in modo da escludere ogni dubbio; e perchè fosse tolta ogni incertezza, ho voluto fotografare quello che il metodo rivela intorno alla struttura delle fibre nervose.

Le fotografie, che io attraverso a grandi difficoltà, ho potuto ottenere; non rappresentano e non rendono completamente quello che i preparati in modo più evidente e dimostrativo fanno vedere ; basta per tanto riflettere ; come gli ordinari apparati microfotografici sono ancora lontani di avere raggiunto la desiderabile perfezione e come spostamenti incalcolabili, fanno sì che i preparati non vengono fotografati al fuoco giusto ; e tale difetto appunto presentano alcune delle fotografie che io riproduco a giustificazione di quanto nel mio lavoro asserisco. Le fotozincotipie, poi fanno vedere ancora meno delle fotografie ottenute.

Credo , però , che per quanto imperfette esse siano , sono sempre preferibili ai disegni, ai quali si fa dire spesso, quello che di prestabilito si ha nella mente.

Le controversie attualmente si riferiscono pricipalmente intorno ai seguenti argomenti :

1. Sulla esistenza di un vero reticolo, elemento di sostegno dello strato mielinico.

2. Sull' esistenza di una guaina situata al disotto del nevrilema o guaina di SCHWANN; e di un' altra guaina che limitasse al lato interno la mielina.

3. Sulla esistenza delle incisure di LANTERMANN.

4. Sulla struttura del cilindrasse o neurite.

Intorno alla prima questione, molti osservatori si accordano nell' ammettere l' esistenza di un vero reticolo, anche per il bisogno che si ha di pensare, che la mielina non può essere tenuta in sito, di natura semifluida com' è, senza un apparato di sostegno. Non c' è però concordia sulla forma e distribuzione o topografia del suddetto elemento.

Ed andiamo pertanto, dalla descrizione di una vera reticella regolarissima, illustrata dal LANTERMANN, ad una geometrica formazione di imbuti tessuti con filamenti avvolti a spira, come in una notevole monografia ha segnalato il prof. C. GOLGI: studi avvalorati dalle ricerche dei suoi discepoli.

Nei miei preparati si rinvengono tracce di forme reticolari, ma se la mielina è stata completamente eliminata, non è possibile riscontrare residui dell' accennato reticolo; il che fa inclinare e decidere, per quelli che opinano che il reticolo è una forma apparente; dovuta all' azione dei reagenti sulla mielina e che esso non esista preformato nelle fibre nervose, nel modo descritto.

Quanto alla seconda questione, dell' esistenza di due guaine che comprendono la mielina, il RANVIER opina: che al disotto del nevrilema esiste uno strato protoplasmatico, che in corrispondenza dello strozzamento anulare si ripieghi in alto, abbracciando la mielina, (guaina periassile di MAUTHNER, quest'ultimo).

Nei miei preparati si osserva effettivamente un limite esterno ed un limite interno della mielina, due straterelli: più spesso è percettibile il primo, (vedi tav. I[a] fig. 1[a] *ab-a'b'*) strato che nella figura su detta viene immediatamente dopo la guaina esterna o nevrilema, più sottile e meno netto il secondo. Questo strato

esterno si vede nella fig. 2ª *a* — della stessa tavola Iª ; lo strato interno per la sua grande sottigliezza e la vicinanza con la porzione centrale, non ho potuto fotografarlo.

La figura 1ª tav. Iª rappresenta una fibra nervosa di rana esculenta, dove la parte grassa della mielina è stata distrutta e rimane lo stroma albuminoideo e dove il limite esterno è percettibile.

La figura 3ª della stessa tavola Iª è una fibra nervosa di gatto, dove pure la parte grassa è stata eliminata e rimane la parte albuminoidea, col limite esterno.

I preparati fanno credere, che la mielina sarebbe fornita nella sua porzione periferica di uno straterello più denso e tale da dare l' impressione di vera membrana. Mentre si ha dall'osservazione diretta dei preparati, la sensazione che i due limiti esterno ed interno della mielina non siano di natura differente, ma di densità differenti: cioè, l' intera massa mielinica, come il protoplasma dei corpuscoli rossi, si addenserebbe alla periferia : e ciò pare anche evidente nella figura 2ª, dove nella porzione centrale del preparato, la massa mielinica in alcuni punti si è staccata dalla periferia e addensata in modo da rendere evidente il limite esterno.

Quanto al fatto che lo strato esterno si arresta in corrispondenza dello strozzamento e si riflette in alto, abbracciando la mielina, i miei preparati dimostrano il contrario : cioè, nessuna continuità esiste tra lo strato esterno perimielinico e lo strato interno; anzi lo strato o limite esterno della mielina, che è il più considerevole, si vede in modo non interrotto attraversare lo strozzamento anulare e continuarsi in basso nella porzione inferiore della fibra nervosa, vedi tav. Iª fig. 1ª *a-a'*. *b-b'*.

A me pare che si possa conchiudere: che la mielina abbia un limite esterno ed uno interno, rappresentati da addensamenti dei componenti della mielina ; e siccome essa nella sua composizione contiene sostanze albuminoidee, oltre i grassi, nei miei preparati questi sono stati eliminati, mentre le prime, cioè le

albuminoidee, rimangono e dànno il limite esterno segnalato nella fig. 1ª. tav. 1.ª

Si desume l' addensamento anche dal fatto, che in alcuni dei miei preparati, si ha la medesima apparenza di colorito, di struttura dei due strati periferici e di tutta la massa mielinica, quando essa è semplicemente precipitata o incompletamente distrutta. Si vede, poi, come questa stessa sostanza periferica della mielina, sia diffusa gradatamente in tutta la massa centrale e si addensi a strato nelle due porzioni estreme (vedi fig. 2ª e fig. 3ª della tav. Iª) ; ed è perciò molto probabile che le apparenze reticolari variabili, con i differenti procedimenti e i differenti reattivi, siano devoluti, ai coaguli di questa sostanza albuminoidea, disseminata nella massa mielinica, formante con essa una miscela.

Credo pure che sia argomento a favore di questa ipotesi, anche il fatto, che si incontra una vera difficoltà ad estrarre, con gli ordinari solventi tutti i grassi contenuti nello strato mielinico: per la loro mescolanza con sostanze proteiche, esse finiscono per avvolgere i grassi e proteggerli, con un vero strato insolubile e poco penetrabile ai solventi. Fatto che noi possiamo verificare quando si mescola un adipe neutro con una soluzione albuminoidea, nei punti di contatto , si forma uno strato di precipitazione che ha l'apparenza di una vera membrana: tale meccanismo probabilmente è la causa dell' apparenza di membrane, nei due strati periferici esterno ed interno della mielina. Che la mielina sia poi una miscela di albuminoidi e di grassi, oltre all'essere sospettato dal RANVIER, è anche dimostrato dalle ricerche chimiche.

L' apparenza di una riflessione in alto, nello strozzamento anulare segnalato da RANVIER, vedremo, in seguito, da che cosa dipende e come deve interpretarsi.

Quanto alla terza quistione; se esistono preformate le incisure del LANTERMANN o sono effetto di artefizi di preparazione, io credo che i miei preparati, in modo netto, risolvano la quistione.

Nei miei preparati si osserva (vedi tav. Iª fig. 4ª *a-b-c* — fig. 5ª *a-b-c-c'-c''* fig. 6ª *a.*) che la porzione centrale della fibra

nervosa, il preteso cilindrasse o neurite, è saldamente fissato nella porzione centrale della fibra stessa, da un tramezzo membranoso che cingendo ad anello l' elemento centrale si dirige obliquamente alla guaina periferica, ora in un senso ed ora insenso opposto; e raggiunge così il lato interno della guaina di SCHWANN: operando una vera sospensione della porzione centrale della fibra nervosa ed interrompendo lo strato mielinico, sospende cioè il preteso neurite, che per questi tramezzi, nei miei preparati, assume spesso l' aspetto di una canna di bambù.

Questo elemento sospensore, pare della stessa natura connettivale della guaina; e ciò si desume dall' intimo rapporto di continuità che ha con il nevrilemma e dall'identico colorito che assume sottoposto al medesimo trattamento.

L'ufficio di questo sepimento è evidente, oltre a tenere ferma la guaina cilindrassica ed in modo invariabile, nel centro della fibra nervosa e ad impedire gli spostamenti laterali, principalmente, nello strozzamento anulare di RANVIER, sostiene e limita la mielina. Nei miei preparati, eliminata la mielina, si vedono nettamente questi elementi di sostegno colorati in nero-giallastro; sono ordinariamente questi tramezzi, che nello strozzamento anulare, partendosi dal limite esterno del così detto cilindrasse e dirigendosi molto obliquamente al nevrilema, danno quello aspetto segnalato dal RANVIER, come una riflessione in alto della guaina situata sotto il nevrilema. Sono appunto questi tramezzi obliqui, che confinando e trattenendo la mielina, impediscono che essa formi uno strato continuo nello strozzamento anulare, il quale, perciò, ne rimane sprovvisto, perchè da essi è trattenuta ad una certa distanza dallo strozzamento.

Nei miei preparati la disposizione è obliqua; qualche volta anche nella stessa fibra, la direzione è in senso opposto, come è descritta dal LANTERMANN: nelle fotografie che di alcuni miei preparati ho quì riprodotto, questa disposizione obliqua non si osserva, perchè per renderli evidenti ho dovuto accentuare il me-

todo di preparazione ed ho dovuto alterare per tanto, la vera disposizione topografica.

Le scissure del Lantermann considerate come spazi vuoti, non esistono; noi dobbiamo, in base alla evidenza dei preparati, considerarli come diaframmi obliquamente disposti nel senso trasversale della fibra nervosa.

Ci possiamo rendere anche conto delle differenti osservazioni fatte dai vari osservatori ; nei nervi freschi sono state segnalate come linee splendenti : e tali devono apparire, in quantochè essendo di natura albuminoidea e di struttura connettivale, hanno un indice di trasparenza differente delle mielina ; e quindi si mostrano come linee splendenti.

Nei preparati di nervi con acido osmico, mentre la mielina si colora in nero, questi tramezzi sospensori, essendo di natura albuminoidea e non grassa, non si possono colorare in nero ; e perciò sembrano spazi chiari , perchè effettivamente non sono coloriti in nero ; se a questo si aggiunge la contrazione, per il reattivo impiegati, subíta dallo strato mielinico, si ha la ragione completa, della apparenza delle incisure di Lantermann come spazi vuoti.

Come si vede la mielina presenta delle interruzioni prodotte da questi tramezzi , che vanno dal centro alla periferia e che attraversano obliquamente tutto lo strato mielinico.

Questi diaframmi io li ho potuto osservare negli animali superiori e nelle rane : nella rana viridis, poi, sono di una evidenza straordinaria.

Ho pensato che questi tramezzi potessero essere l' origine di quegli imbuti descritti dal prof. Golgi e dai suoi allievi , ma topograficamente non sono paragonabili ; essi hanno la disposizione delle strie o incisure del Lantermann.

Questi tramezzi infatti cingono direttamente come un manicotto , la porzione centrale della fibra nervosa e aderiscono strettamente al preteso cilindro dell'asse. Sono dei tramezzi robustissimi e di struttura omogenea. Il loro ufficio di sostegno è

controsegnato dalla loro distribuzione e topografia e questo ufficio si rivela maggiormente in corrispondenza degli strozzamenti, dove il diaframma è doppio e serve evidentemente a tenere saldo nel centro il rigonfiamento biconico.

Quanto al cilindro dell'asse, che occupa approssimativamente un terzo dell' intero spazio di una fibra nervosa a doppio contorno, oggi si crede formato da fibrille, cementate da una sostanza interfibrillare, il cosidetto axoplasma. Gli studi che attribuivano al cilindrasse o neurite, una struttura tubulare e come formato da due masse cilindriche concentriche, sono stati abbandonati; ed è stata dimenticata un'osservazione preziosa del Mauthner che a sostegno di questa struttura accennava alla colorazione che col carminio assumono le due parti esterna e centrale del cilindrasse, tagliato trasversalmente. È stata dimenticata l' *osservazione autorevole e molto competente di una illustrazione scientifica nazionale, come è il prof. Todaro*, il quale aveva avuto nettamente la visione di una guaina periassile.

A questo ordine di idee si era anche associato il Tamanschef, che credeva la guaina periassile costituita di un rivestimento straordinariamente molle e sottile, di natura connettivale come il nevrilemma, dotato di proprietà elastiche.

La descrizione del Tamanschef mi autorizza al sospetto, che egli abbia confuso il limite interno della mielina, colla vera guaina periassile. Nei miei preparati, quella che io credo vera guaina periassile, non ha alcune di queste proprietà. Ma la vera guaina periassile è un cilindro robustissimo, spesso e rigido, di struttura uniforme, continua, omogenea, che presenta nello strozzamento anulare il rigonfiamento biconico, che rappresenta il punto di saldatura con l'elemento identico inferiore ed ha tutta l' apparenza di un tessuto cheratinico.

Mi è parso vedere su questa guaina dei nuclei ovali; ma non si può escludere il dubbio, che ciò sia un' illusione e che invece essi appartengono alla guaina di Schwann; sebbene contro questa ipotesi ci sta il fatto che questi nuclei si presentano meno

grandi e meno ovali ed allungati di quelli della guaina di Schwann e non si colorano in nero, come questi, col mio metodo.

Questa, che io, credo guaina periassile e non cilindro dello asse, che non ha nulla di comune con la guaina periassile di Mauthner; che è rappresentata dal limite interno della mielina; contiene molto probabilmente un liquido nel quale è immerso e beante il vero prolungamento nervoso, come tenterò di dimostrare.

Nei miei preparati il filamento nervoso, non è tenuto in sito in una posizione invariabile, centrale, come la guaina periassile, ma ora tocca da un lato questa guaina, ora va al lato opposto.

Pure le osservazioni recenti, contrariamente alle mie, mostrano nel cilindrasse; e in quella porzione che io credo guaina periassile, delle striature longitudinali, mentre nei miei preparati la struttura ivi è omogenea: ed ha il carattere della struttura dei tessuti cheratinici; ma io penso, che una volta coi reagenti impiegati, invece si ottenevano striature trasversali, e che come allora, coi nuovi reattivi ed a forte ingrandimento, si possa vedere quello che non esiste, mentre ad ingrandimento istologico, la struttura è veramente omogenea.

Ad illustrazione di quanto ho detto, io riproduco delle fotografie non perfettamente riuscite, ottenute fuori foco e con posa superiore al bisogno, ma dimostrative. Infatti in una di esse (vedi tav. 1ª fig. 7 *a-b*, *b'-b''*) durante le manovre per la preparazione, si è staccata la guaina periassile, là dove essa è saldata con la porzione inferiore, cioè nello strozzamento del Ranvier; ed ivi si osserva il sottile cilindrasse fuoruscire dalla guaina stessa.

Presento un' altra microfotografia (tav. 1ª fig. 8 *a b*) dove il cilindrasse, sprovvisto di guaina, attraversa ininterrotto lo strozzamento anulare *a*.

Presento anche delle fotografie, dove come un cordone nero e sottile il neurite si addossa alla guaina periassile (fig. 3ª *b' b*).

Un' altra, infine, dove distrutta durante la preparazione la

guaina periassile, il neurite si osserva libero dentro la fibra e fuori della medesima isolato (vedi tav. 1ª fig. 9) ecc. in essa figura si osserva il neurite che all'estremo terminale conserva un frammento della guaina periassile; accanto si osserva una fibra nervosa colla guaina periassile integra *c' d.* Nella fig. 10 tav. 1ª si osserva in gran parte distrutta la guaina periassile e libero il neurite *c. d.* In *a* si osserva il nucleo sotto il nevrilema.

Nella guaina periassile, il neurite non si può seguire che parzialmente nelle fibre nervose degli animali superiori, meno bene nelle rane, ma meglio in quelle viridis.

La difficoltà dipende dalla robustezza e dalla poca trasparenza della vera guaina periassile; e dal liquido coagulato allo interno di questa guaina.

Quanto all'esistenza di un liquido, in cui il cilindro dell'asse o neurite nuota, come il midollo nello speco vertebrale; gli elementi di fatto che io posso addurre a sostegno sono i seguenti:

Nei miei preparati, nel rigonfiamento biconico, per gli artifizî di preparazione, il liquido tendendo ad uscire, distacca la saldatura ed in questi casi, dai due estremi staccati, si vede fuoruscire una massa granulosa e fioccosa, avente i caratteri dei liquidi albuminosi coagulati.

Ho tentato dare anche una dimostrazione diretta dell' esistenza di questo liquido.

Isolai lo sciatico in una grossa rana e lo tagliai trasversalmente, ma non completamente, per evitare la retrazione dei due monconi recisi: collocai al disotto un vetrino coprioggetti ed asciugai con carta bibula i due monconi, in modo da asportare la mielina versatasi e ripulirli anche dal sangue e dalla linfa.

Aspettai un certo tempo, e quando giudicai che i capillari ed i linfatici si fossero trombosati, ripulii di nuovo le due sezioni del nervo reciso; ma dopo poco tempo le due sezioni si mostrarono rigonfiate e coperte di liquido schiumoso; e del liquido si era raccolto sulla superficie del vetrino. Ripetei parecchie volte la osservazione con lo stesso risultato. Ora nel mio

caso il liquido non era rappresentato da mielina, perchè tutto al più poteva vuotarsi quella contenuta fino al prossimo strozzamento del Ranvier ed era stata eliminata. Credo che si possa escludere essere della linfa o del siero sanguigno, perchè faceva le osservazioni dopo che era avvenuta la coagulazione del plasma: con molta probabilità dunque, il liquido che si versava sulla superficie dei nervi recisi, doveva provenire dalla guaina periassile, liquido forse incoagulabile, tenue come quello dello speco vertebrale.

Io credo che questa esperienza non sia decisiva e che delle obbiezioni si possono sollevare, ma secondo me, serve ad avvalorare l' osservazione diretta.

Il Klebs fu un osservatore che parlò di un liquido periassile, ma la sua osservazione è stata completamente dimenticata ; nè topograficamente esso corrisponderebbe a quello da me descritto.

La struttura della fibra nervosa così concepita ci chiarisce meglio la funzione.

Si deve abbandonare l' idea che lo strato mielinico abbia l'ufficio di strato isolatore, coibente. Primo, perchè nessun biologo, credo , ha mai pensato che le correnti nervose siano correnti elettriche, e non sappiamo, sconoscendone la natura, se i grassi possano anche disimpegnare la identica funzione per le correnti nervose; mentre la distribuzione della mielina, mancante in corrispondenza dello strozzamento anulare, dove perciò il cilindrasse rimane sprovvisto, lascia credere che le correnti nervose non abbiano come le elettriche questo bisogno per diffondersi; cioè, dello isolamento dei fili conduttori.

Militerebbe in favore di questo fatto, anche il rapporto diretto, esistente tra la guaina periassile e nevrilemma, per quel robusto elemento sospensorio, di natura non grassa, ma probabilmente cheratinica.

Molto probabilmente l' ufficio della mielina è quello generale dei grassi nei centri nervosi, cioè mezzi necessari per lo scambio nutritizio del neurite, e mezzo meccanico , cioè cuscinetto elastico, per la protezione del delicato elemento nervoso centrale.

Il liquido nel quale è immerso il lunghissimo e continuo filamento nervoso, ci fa meglio intendere come possa avvenire tutto il processo di nutrizione. Con l' antica struttura, male si intenderebbe come un elemento tanto importante e di così grande attività, lunghissimo e sottile, lontano dai vasi e dai linfatici; avvolto dentro tuniche, attraverso le quali, i fenomeni di diffusione non avvengono facilmente, come lo dimostrano le resistenze che esse oppongono alla penetrazione dei sali e delle materie coloranti nella porzione centrale della fibra; con l' antica struttura adunque, non si intenderebbe come possano avvenire facilmente e rapidamente gli scambi nutritizi nel neurite; e come essi possono avvenire rapidamente in proporzione della sua grande attività.

Mentre facilmente si intende la nutrizione del delicato elemento nervoso, considerandolo, per tutta la sua lunghezza immerso in un liquido nutritizio.

Il nuovo concetto strutturale, ci dà la misura giusta della protezione alla quale è sottoposto il delicato elemento nervoso; per la guaina periassile robusta che lo circonda e la immobilità protettiva, alla quale è obbligato per il forte elemento sospensore.

CONCLUSIONE

Una fibra nervosa a doppio contorno, secondo i preparati da me ottenuti, si presenta costituita :

1. Dal nevrilemma.

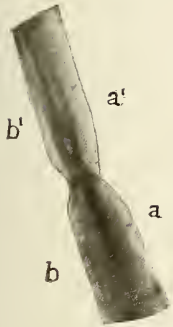
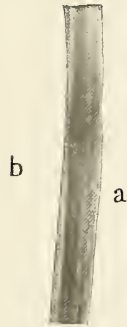
2. Da una massa mielinica, fornita di uno strato esterno più appariscente e situato al disotto del nevrilemma e di un limite interno addossato alla porzione centrale : i due limiti hanno la identica composizione di tutta la massa mielinica, differiscono solo per densità.

3. Da una robusta guaina, periassile che presenta delle saldature con la porzione inferiore, saldature che sono situate nella

porzione mediana del rigonfiamento biconico del Ranvier nello strozzamento anulare; essa guaina contiene, molto probabilmente, un liquido dentro il quale è immerso il neurite.

4. Da un prolungamento nervoso, conservante lungo tutto il decorso, i caratteri del neurite esistente nei centri nervosi, elemento che attraversa in modo continuo lo strozzamento del Ranvier e senza alcuna interruzione.

5. La guaina periassile è tenuta in sito, cioè nella porzione centrale della fibra nervosa, da un robusto tramezzo membranoso; che circondando ad anello la guaina periassile, va ad inserirsi al lato interno della guaina di Schwann, raggiunge cioè, il limite esterno dello strato mielinico. Questo legamento oltre al sospendere la guaina periassile e tenerla nel centro, in una posizione invariabile, serve a sostenere la mielina.

Catania — Laboratorio di Fisiologia Sperimentale
della R. Università — Marzo 1904.

TAV. I.

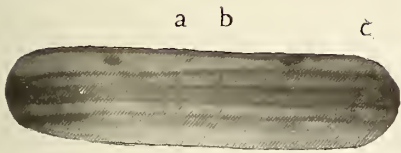
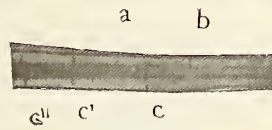
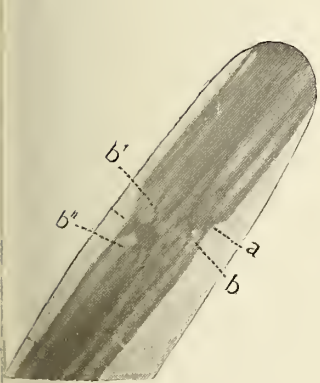
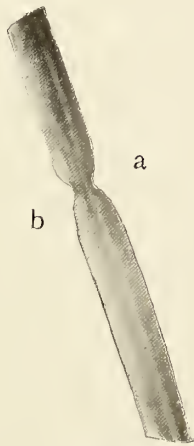



Fig. 1ª Fig. 2ª Fig. 3ª Fig. 4ª Fig. 5ª Fig. 6ª Fig. 7ª Fig. 8ª Fig. 9ª Fig. 10ª

Tav. II.

a — Strozzamento di Ranvier
b.b — Guaina di Schwann
c — Strie di Frohmann
d — Guaina del Mauthner
e — Cilindro-coni di mielina
f — Incisura di Lantermann
h — Nucleo
g — Protoplasma

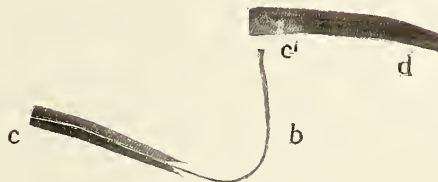
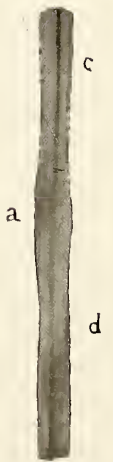
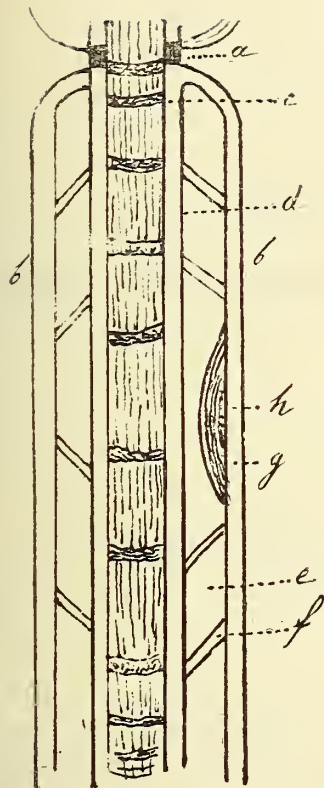



Fig. 1ª *Schema di una fibra mucosa secondo R. Cayal.*

a.a — Strozzamento di Ranvier
b.b — Guaina di Schwann
c.c — Limite esterno dello strato mielinico
e.e — Limite interno dello strato mielinico o guaina di Mauthner
f.f — Guaina periassile
l.l — Rigonfiamento biconico
m — Disco nello strozzamento di Ranvier
n — Liquido periassile
o.o — Cilindrasse o neurite
p.p.p — Sostegno della guaina periassile

Fig. 2ª *Schema di una fibra nervosa secondo il risultato delle mie ricerche.*

Dott. F. NICOLOSI RONCATI

Sviluppo dell'ovulo e del seme nella «Anona Cherimolia Mill.»

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DAI SOCI EFFETTIVI
PROFF. RUSSO E CAVARA *(relatore)*

La memoria, dal titolo « Sviluppo dell' ovulo e del seme nell' *Anona Cherimolia* Mill. », che il Dr. Francesco Nicolosi Roncati ha presentato all' Accademia Gioenia, riflette uno studio di anatomia ed embriogenia fatto sopra una pianta di regioni tropicali, felicemente acclimatata in Sicilia, ove potrebbe essere oggetto di una più larga e rimuneratrice cultura.

Gli è solo in una regione dotata di mitissimo clima invernale, quale è la Sicilia nostra, che uno studio di tale natura poteva essere intrapreso e condotto a termine, in quanto che lo sviluppo degli organi fiorali delle *Anona* e la maturazione dei frutti e dei semi si possono, qui, compiere regolarmente e fornire tutte le fasi necessarie alle difficili ricerche embriogeniche.

Uno studio completo su tale argomento non era sin qui stato fatto, onde l'interesse grande che per questa stessa ragione si annette alla presente memoria. L'Autore, il quale ha dimostrato di conoscere bene la tecnica microscopica, con grande accuratezza e pazienti indagini si è dato ragione di tutti i processi che costituiscono la evoluzione dell' ovulo e del seme nell' *Anona Cherimolia* Mill. Egli è stato abbastanza fortunato da mettere in luce fatti nuovi che svelano qualche errore consegnato nei trattati generali di botanica. Così, la scoperta fatta dal Nicolosi di un vero, per quanto fugace, endosperma toglie ogni valore all' ammissione del così detto « endosperma ruminato » quale era descritto per queste piante dai trattatisti e monografi. La formazione di quell'organo segue fasi speciali dell'evoluzione del sacco embrionale, chiaramente dall' Autore messe in rilievo. Il processo di digestione dell' endosperma dell' *Anona Cherimolia* Mill., come

altresì la formazione di un definitivo tessuto di nutrizione dell' embrione (perisperma ruminato), è pur stato seguito nei minimi particolari dal Nicolosi, la cui attenzione fu richiamata da elementi speciali, da lui denominati « idioblasti di nutrizione », a precoce utilizzazione.

Le analogie, stabilite sulla scorta delle ricerche, hanno permesso all' Autore considerazioni di ordine generale circa la sistematica delle Anonacee, le quali, mostrando pel modo di formazione dell'endosperma più affinità con le Gamopetale, sarebbero da considerarsi, nella loro semplicità di organizzazione fiorale, come tipi di fanerogame ridotti piuttosto che primitivi.

La copia di fatti interessanti osservati e le conclusioni, di non dubbio valore, cui è giunto l'Autore, fanno assegnare alla di lui Memoria grande considerazione, onde se ne propone la pubblicazione negli *Atti* dell' Accademia.

Una famiglia di piante, che dal lato embriogenetico presenta assai scarse ed incomplete notizie, è quella delle Anonacee, delle quali un rappresentante, l' *Anona Cherimolia*, quantunque delle regioni tropicali, cresce rigoglioso all' aperto in questo nostro Orto botanico, vi fiorisce regolarmente ogni anno e porta a maturità i suoi frutti prelibati. (1)

E sull' *Anona Cherimolia* ho portato appunto le mie ricerche a fin di dare un contributo alla conoscenza dello sviluppo dell' ovulo e del seme.

Il materiale di studio, raccolto, fin dal 1902, regolarmente in tutti i gradi di sviluppo, veniva fissato con alcool assoluto ovvero con sublimato alcoolico acetico. Adoperando quest' ultimo fissatore, è ovvio il dirlo, il materiale veniva in appresso lasciato per 24 ore nella tintura alcoolica di jodio, a fin di liberare i tessuti da ogni traccia di precipitati mercurici e, dopo passaggi agli alcooli fino all'alcool assoluto, veniva con gli ordinari metodi imparaffinato. Non starò qui a dire delle difficoltà incontrate nel processo di imparaffinamento, causa la grande consistenza dei tessuti, attraverso cui la paraffina doveva penetrare, per arrivare all' ovulo. Non fu che dopo molti e pazienti tentativi, sia col liberare i ricettacoli dagli invogli esterni e col dividerli in quattro ed anche in otto parti, ovvero ancora col tagliarli in strati assai sottili, ma in modo che ognuno di questi contenesse

---

(1) È da citarsi un recente lavoro di H. Beyer (*Beiträge zur Anatomie der Anonaceen etc.* in Engler's Bot. Jahrbüch. Bd. 31. p. 516-555). Ma quest' accurata Memoria, che tratta delle Anonacee africane, non si occupa del genere *Anona* nè della sua embriogenesi.

un certo numero di ovuli, sia col separare addirittura questi dagli ovari e, così isolati, includerli in paraffina, che riuscii ad ottenere buoni risultati.

Le sezioni, fatte al microtomo ovvero a mano col rasoio, venivano con diversi metodi colorate e specialmente con l'ematossilina ferrica di Heidenhain, con l' emallume di Mayer, con il violetto di genziana, con la saffranina, e non mancai ancora di far uso della triplice colorazione del Flemming, quando importava di venire in chiaro su questioni concernenti i processi fecondativi o le prime fasi di sviluppo dell' embrione.

Non appena, però, si iniziava nel seme la formazione di materiale di riserva, anzi che colorare, trovai più utile rischiarare le sezioni con acqua di Javelle, con idrato di potassio ed acido acetico, con idrato di cloralio e con altri mezzi chiarificanti, con i quali pervenni a discreti risultati.

Le figure, che accompagnano la presente Memoria, sono state disegnate con l' aiuto della camera chiara di Abbe.

Al mio Maestro, Prof. Fridiano Cavara, che in queste ricerche mi ha amorevolmente consigliato e guidato, sento il dovere di esternare qui le espressioni della mia viva riconoscenza. Sentite grazie rendo anche al Prof. Giuseppe Lopriore per le notizie fornitemi e per l' interesse con cui seguì questo mio lavoro.

Fiore.

Il fiore dell' *Anona Cherimolia* è regolare ed ermafrodito. Il suo calice è formato di tre sepali liberi, assai ridotti, triangolari, concavi, di color giallo bruniccio, esternamente provvisti di numerosi peli pluricellulari. Essi non sono persistenti, ma cadono poco tempo dopo avvenuta la fecondazione: erroneamente quindi da qualche autore si è ritenuta la persistenza dei sepali come un carattere generale di tutta la famiglia delle Anonacee.

La corolla risulta di due verticilli, di cui l' esterno si pre-

senta costituito di tre petali liberi, assai vistosi, alterni coi sepali, carnosi, prismatico-triangolari per mutua compressione, ottusi all' apice e colorati esternamente in giallo-oliva con una debole sfumatura bruniccia verso la porzione basale, che è leggermente slargata ed a cucchiaio, e internamente in giallo con sfumature ocracee verso la base, e nella parte concava di questa in rosso pavonazzo. Il verticillo interno risulta anch' esso di tre petali liberi, alterni con gli esterni, ma assai rudimentali e ridotti a semplici squame linguiformi di appena due millimetri di lunghezza. Si presentano internamente colorati in rosso coccineo ed esternamente in giallo chiaro con lieve accenno al verde.

Sulla riduzione o meno di questo verticillo interno il Martius (1) ha creduto di raggruppare le specie del genere *Anona* in due sezioni:

1. *Guanabani*, in cui la corolla risulta costituita di sei petali, distribuiti in due verticilli trimeri;

2. *Atta*, in cui i petali interni sono nulli o ridotti a piccole linguette o squame. A quest' ultima sezione appartiene quindi l' *Anona Cherimolia*, alla quale per siffatto carattere è stato dato da parecchi autori (2) il nome di *A. tripetala*.

Sulla pagina inferiore dei tre petali esterni notansi, al pari che nel calice, numerosi peli pluricellulari che dànno loro un aspetto serico: la superficie interna invece è rivestita da un fitto feltro di peli glandulari che, secondo il Baillon (3), servono a trattenere i granuli di polline caduti nella concavità della corolla. E sembra in realtà così: aderenti infatti a tali peli ho potuto notare non di rado dei granuli pollinici.

L' androceo è spiccatamente polistemone e risulta di un numero grande di stami disposti a spirale, strettamente fra loro addossati, ma del tutto liberi. Essi non contraggono aderenza

(1) Martius — *Flora brasil.* — Anonac. 3,46.

(2) Aiton H. — *Kew*, 2, p. 252. — Sims. *Bot. mag.* t. 2011.

(3) Baillon — *Sur les pétales à structure anormale* (Adansonia VI, 253).

alcuna nè coi petali nè fra di loro, e sono inseriti quasi normalmente sulla superficie di un ricettacolo emisferico. Il loro filamento è cortissimo, le antere basifisse ed estrorse, con quattro sacchi pollinici che decorrono lungo il connettivo e si aprono per due fenditure longitudinali. Nella loro parte apicale gli stami sono sormontati da una produzione connettivale, peltata, a mo' di disco, accennata appena negli stami inferiori (più esterni). Ciò forse non è che una tendenza alla trasformazione di questi ultimi in linguette petaloidee come si osserva in generi assai vicini all'*Anona* (es. *Aberemoa*, *Xylopia*, etc.) I granuli pollinici, quando sono isolati, si presentano di forma globulare con esina fortemente ispessita, alquanto appiccicaticcia e di color giallo-bruno. Essi stanno però lungamente riuniti in tetradi ed in tetradi, così come si formano, vengono spesso espulsi dalle logge dell'antera. Il numero delle tetradi per ogni loggia è assai limitato: in una sezione longitudinale di un' antera se ne osserva una serie soltanto. Colorati i granuli pollinici col metodo Flemming, lasciano vedere assai distintamente due nuclei a contorno circolare, di cui uno più grande con un grosso nucleolo intensamente colorato in violetto (nucleo vegetativo), ed un altro poco discosto, più piccolo, col suo reticolo cromatico assai più serrato ma sfornito, come già fece notare il Guignard (1) per altre piante, di nucleolo (nucleo generatore). Le cellule madri del polline si differenziano assai per tempo, prima ancora che nella nocella si sia differenziata la cellula madre del sacco embrionale. La formazione quindi degli elementi sessuali maschili precede alquanto quella dei femminili.

Questa precedenza di sviluppo si nota fin da quando la gemma fiorale comincia ad abbozzarsi. Mentre infatti sul giovane ricettacolo fiorale sono già accennati i mammelloni staminali e i relativi inizî dei fasci fibro-vascolari, non notasi differen-

(6) GUIGNARD L. — *Nouvelles études sur la fécondation*—Ann. d. Sc. natur. Série VII T. XVI.

ziazione alcuna non soltanto degli ovuli ma anche delle foglie carpellari. Condizione questa che ci fa intravedere la necessità della staurogamia per le *Anona*.

Il gineceo risulta di un gran numero di carpelli concrescenti alla base, disposti, essi pure, in ordine spirale e terminati da un grosso stimma papilloso, quasi sessile. Ogni carpello racchiude d' ordinario un ovulo soltanto. Però mi è stato dato talvolta di osservare due ovuli in un'unica loggia ovarica: fatto questo che si riscontra, del resto, costante in generi affini (es. *Artabotrys*) e che certamente ci parla di una condizione di carattere primitivo venutasi perdendo nell' *Anona*. Il ricettacolo fiorale, conico da principio, va via via sviluppandosi in lunghezza, assumendo infine una forma emisferica. Quando il fiore è in boccio, la compressione esercitata dai tre petali esterni fa sì che sulla superficie del ricettacolo in discorso e confluenti all' apice di esso, si vengano a formare tre creste in corrispondenza delle tre linee di combaciamento delle facce laterali dei petali. Ma tali creste non hanno che una durata assai precaria, giacchè in proseguo di sviluppo vanno gradatamente appianandosi, fino a scomparire del tutto allorchè, avvenuta la fecondazione, i petali che le hanno determinate, avvizziscono e cadono.

I mammelloni carpidiali, la cui formazione è preceduta, come s' è detto, da quella degli staminali, nei primi stadi del loro sviluppo hanno forma conica, ma ben presto si viene in essi a determinare nettamente la loro natura fogliare, allargandosi essi alla base e acuminandosi all' apice. Frattanto si inizia la delimitazione della scanalatura stilare e la formazione degli abbozzi ovulari.

In tale stadio le foglie carpellari sono, specie nella loro parte superiore, assai manifeste perchè meglio individualizzate. Però in contiguità degli stami esse vanno sempre più restringendosi e vieppiù acuminandosi, modificando così notevolmente la loro forma primitiva. In proseguo di sviluppo la superficie di separazione tra un carpello e l' altro si riveste ben presto

di lunghi e numerosi peli pluricellulari, mentre che nella parte apicale d' ogni carpello viene a formarsi gran copia di papille stigmatiche, e lungo le pareti della scanalatura stilare vengonsi a differenziare delle glandule septali, caratterizzate da ricco contenuto protoplasmatico e da nuclei assai vistosi. Ma, avvenuta che sia la fecondazione, i carpelli concrescono insieme al ricettacolo, e tra questo e ogni carpello non resta che una boccuccia, la quale anch'essa in seguito è destinata a scomparire e che si mette bene in evidenza quando, tolto dall'alcool, si lascia il ricettacolo per qualche tempo ad asciugare all' aria.

Riguardo alla disposizione dei fasci fibro-vascolari nel ricettacolo fiorale dell' *Anona*, ho potuto notare che i fasci del peduncolo, non appena penetrati nel ricettacolo, si volgono alquanto obliquamente verso l' esterno e si biforcano in un ramo esterno, che si distribuisce ai membri del perianzio e dell'androceo, e in un ramo interno, che si divide in numerosi rami laterali, che vanno ad innervare i carpelli.

L' antesi avviene per divaricamento dei tre petali esterni, il cui apice si ripiega all' esterno a mo' di becco : l'apertura procede gradatamente dall'alto verso il basso. Compiutasi la fecondazione, i petali avvizziscono, assumono una tinta giallo-bruna, si ritorcono alquanto ed indi si staccano e cadono.

Anomalie fiorali. — Fra l' abbondante messe di fiori, che presenta ogni anno l' *Anona Cherimolia*, ho potuto notare dei casi in cui il fiore era prettamente dimero, cioè il calice costituito di due sepali e la corolla di quattro petali, di cui due (gli interni) assai rudimentali. In altri casi non si aveva del terzo petalo esterno che un abbozzo ed altre volte ancora uno dei sepali assumeva consistenza e dimensioni petaline. Talvolta, infine, dei tre petali rudimentali interni uno completamente abortiva, mentre gli esterni presentavansi normali. Per quanto il significato morfologico di queste anomalie sia dubbio, tuttavia, quella riflettente la dimeria del fiore potrebbe forse parlare a

favore di un carattere di transizione che le *Anona* presenterebbero, sia pure come anomalia, con le *Rædales*, che sono tipicamente dimere: carattere, che in qualche altra famiglia di *Polycarpicae* (Lauracee) si va sempre più accentuando.

Forma e costituzione dell' ovulo.

Nei primi stadi del suo sviluppo l' ovulo dell' *Anona Cherimolia* si presenta a guisa di un'emergenza mammellonare che si erge in direzione normale al ricettacolo e che, sviluppandosi inverte il suo asse in modo da volgerne l' apice verso il fondo della cavità carpellare. L' ovulo diventa completamente anatropo. Durante siffatto movimento di rotazione, si manifestano al di sotto dell' apice della nocella, l' un dopo l' altro, due cercini che rappresentano entrambi gli abbozzi dei tegumenti ovulari. Come nella maggioranza delle Dialipetale l' ovulo dell' *Anona* è quindi diclamidato.

Il tegumento interno, o secondina, che trae regolarmente origine da segmentazioni delle cellule epidermiche, si presenta costituito di due piani cellulari, ma raggiunto che abbia l' apice della nocella, si espande ivi alquanto, per proliferazione delle sue cellule, formando un canale micropilare lungo e stretto.

Il tegumento esterno, o primina, originatosi per segmentazione di cellule subepidermiche, risulta costituito di un numero maggiore di piani cellulari e, pur crescendo notevolmente in lunghezza, non perviene ad oltrepassare il tegumento interno, ma di questo si mantiene sempre più in basso. Attraverso di esso si fa strada il fascio fibro-vascolare, il quale, pervenuto alla calaza, la sorpassa, descrivendo una curva e discendendo dal lato opposto fino alla regione micropilare.

La nocella consta di un tessuto costituito di cellule più o meno isodiametriche, di cui le periferiche presentano una forma più definita, con le pareti esterne alquanto convesse e alquanto

più ispessite e funzionano da cellule epidermiche. Frattanto nel corpo nocellare ed in corrispondenza del suo asse maggiore, svelasi un' orientazione di alcuni elementi centrali, che prelude alla formazione del sacco embrionale.

FORMAZIONE DEL SACCO EMBRIONALE.—Fra le cellule, che hanno assunto una orientazione particolare nella parte centrale della nocella, una prende ben tosto un notevole incremento (*cellula madre primordiale* del Warming o più brevemente *cellula madre* secondo Strasburger) e, successivamente dividendosi, dà luogo a quattro cellule disposte in serie, che risaltano assai bene sulle altre contigue, anzitutto per le loro maggiori dimensioni, poi per i nuclei più cospicui, il protoplasma più abbondante e le membrane alquanto più ispessite. Notevole il fatto ch' esse non stanno in immediato contatto con lo strato epidermico della nocella, ma parecchi strati (tre o quattro) al di sotto di questo. (Fig. I).

Di esse poi l' inferiore o la più interna è quella da cui trae origine il sacco embrionale. Questa infatti si presenta, in sezione, dapprima di forma più o meno rettangolare, ma indi si allunga alquanto nella direzione dell' asse longitudinale della nocella ed, accrescendosi sempre più, comprime le cellule sorelle superiori che l' accompagnano e che si riducono in fine a guisa di tre sottili lamine che coloransi uniformemente ed intensamente con le sostanze coloranti. Esse, addossate l' una sull' altra, formano una calotta nella parte superiore del sacco in via di formazione, e quando questo ha raggiunto il suo completo sviluppo, di esse non restano che tracce assai esigue.

Uguale sorte subiscono alcune cellule laterali della nocella, che sono in più intimo contatto con la parete del sacco, e del pari altre cellule poste in direzione opposta delle cellule sorelle e che, compresse prima dal sacco embrionale in via di sviluppo, vengono indi in gran parte da questo digerite. Pervenuto il sacco embrionale al suo completo sviluppo, esso assume una forma allungata e cilindrica e lascia scorgere nella sua porzione me-

diana un nucleo assai cospicuo con un nucleolo ben distinto e rifrangente. Per la sua forma allungata e ristretta, il sacco embrionale dell' *Anona Cherimolia* ricorda quello delle Gamopetale, se non che, per la disposizione assunta nel corpo nocellare dal sacco, l' *Anona* presenta la più grande affinità con molte Dialipetale, in quanto che le quattro cellule, differenziatesi nella nocella, vengono a disporsi, come appunto in gran parte delle Dialipetale in parecchi strati al di sotto dell' epidermide nocellare.

Nell' interno del sacco embrionale, così costituito, comincia a differenziarsi una quantità notevole di amido in forma di granuli composti, amido che si osserva ancora qualche tempo dopo avvenuta la fecondazione.

Formatosi così il sacco embrionale, alcune cellule della nocella in contatto con la parte inferiore del sacco, da cubiche o poliedriche quali erano, si allungano alquanto nel tessuto nocellare, disponendosi nel contempo in serie longitudinali ed in modo che i loro setti si corrispondono come in certi tessuti meristematici. Ufficio di questo speciale apparato sarebbe forse quello di facilitare la migrazione delle sostanze di nutrizione dai tegumenti al sacco embrionale.

Formazione degli apparati ovarico ed antipodico—La limitata grandezza del sacco, da un lato, la notevole quantità di granuli di amido, di cui è ripieno, dall'altro, mi hanno impedito di sorprendere con continuità le fasi che conducono, in seguito alle successive divisioni del nucleo primario del sacco embrionale, alla costituzione degli apparati ovarico ed antipodico.

L' apparato ovarico o micropilare non differisce gran che dal tipo generale : esso risulta di due sinergidi assai ravvicinate e spesso in mutuo contatto, le quali presentano un nucleo per lo più di forma elissoidale e al di sotto di questo, in seno al loro protoplasma, un vacuolo assai vistoso.

L' oosfera sta inferiormente e più o meno discosta dalle sinergidi sovrastanti, con nucleo relativamente cospicuo e di for-

ma sferica: al di sopra di questo notasi nella massa protoplasmatica assai frequentemente un vacuolo (fig. II).

L' apparato antipodico o calaziale si presenta anch' esso costituito secondo il tipo generale, cioè di tre antipodi a nuclei ben distinti, e di cui una trovasi un po' discosta dalle altre due che stanno quasi in contatto con la volta inferiore del sacco embrionale (fig. III).

Avvenuta la fecondazione, delle sinergidi non restano che residui informi, localizzati nella volta superiore del sacco embrionale e a cui sta attaccata l' oosfera fecondata. Esse probabilmente hanno servito di materiale di nutrizione alla cellula-ovo nel suo progressivo sviluppo. Anche le antipodi dissolvonsi non appena la fecondazione si è compiuta.

Nella parte mediana del sacco embrionale, e non di rado anche più in alto poco discosto dall' oosfera, notansi i due nuclei polari a contorno circolare che, fondendosi insieme, daranno luogo al nucleo secondario del sacco embrionale. Essi, staccatisi dalle due tetradi, vanno via via avvicinandosi tra loro, finchè vengonsi a toccare; e, quando in uno stadio ulteriore la loro fusione completa è avvenuta, si ha la formazione di un grosso nucleo, circondato da grandi cumuli di granuli di amido, con due nucleoli assai distinti che spesso, in uno stadio più inoltrato, si fondono in un solo.

FECONDAZIONE. — La fusione dei due nuclei polari e la conseguente formazione del nucleo secondario sono sufficienti indizi dell' avvenuta fecondazione, in quanto, come sembra, l' *Anona Cherimolia* si comporta come la maggior parte delle piante a tal riguardo studiate (1).

E pare che in realtà così avvenga, poichè in alcuni preparati mi venne fatto di osservare un piccolo nucleo (probabilmente il maschile) accanto al nucleo dell'oosfera. E ciò quando

(1) GUIGNARD — *Nouvelles études sur la fécondation.*—Ann. Sc. nat. VII. Série, T. XIV.

i due nuclei polari erano ancora disgiunti. Il che avvalora l'opinione che l'unione di questi ultimi non si verifichi che dopo l'atto fecondativo.

Data l'esiguità degli elementi sessuali, non mi è stato possibile seguire l'intima fusione dei due nuclei sessuali. Le osservazioni poi a tal riguardo erano rese assai più malagevoli dalla presenza di grandi accumuli di granuli di amido, che mascheravano gli elementi sessuali stessi del tutto od in buona parte.

Formazione dell' endosperma.

Le mie ricerche embriologiche sull' *Anona Cherimolia* hanno svelato un vero e proprio endosperma nel seme di questa pianta: endosperma, che nessuno degli autori, per quanto mi consta, ha messo mai in evidenza.

In un primo stadio nucleo il secondario del sacco embrionale è assai manifesto per la sua relativa grandezza e per la sua completa struttura, fornito com' è di distinta membrana, di reticolo con granuli cromatici e di un grosso nucleolo.

A questo stadio tengon dietro, nel sacco embrionale, altri caratterizzati dalla presenza di due o più grossi nuclei in luogo dell' unico nucleo secondario suddetto. Evidentemente questi nuclei sono il prodotto della divisione di quest' ultimo, e ciò è avvalorato dal fatto che i nuclei appartenenti all' apparato antipodico e alle sinergidi sono, come già si disse, andati in degenerazione, e dall' altro che fra i grossi nuclei si vengono a formare dei veri setti normali all' asse del sacco embrionale (ovvero, ma ben più raramente, alquanto più inclinati su di esse) e che si congiungono da ogni parte colla parete del sacco stesso.

Questi nuclei, frattanto, aumentano per successive divisioni gradatamente di numero, e per la loro grandezza e per la loro struttura spiccano assai bene sopra quelli delle cellule della nocella. Sicchè, in tale stadio di sviluppo, il sacco embrionale risulta diviso in un certo numero di grandi cellule, sovrapposte

a pila, come avviene in molte Gamopetale (fig. IV e V) (1).

In progresso di tempo rendendosi la divisione dei nuclei endospermici sempre più attiva, si moltiplicano di numero anche i setti trasversali, ai quali fanno indi seguito dei setti longitudinali, normali ed obbliqui (fig. VI). Si perviene così alla formazione di un corpo cellulare che si modella sulla forma del sacco, e che, in seguito all' attiva moltiplicazione delle sue cellule, accrescendosi sempre più, fa pressione sulla parete del sacco medesimo, spostandola alquanto, ed insieme comprimendo le cellule circostanti della nocella.

È da notare che la formazione delle cellule endospermiche non avviene con pari attività in tutta l'estensione del sacco embrionale, per cui nei punti di più intensa formazione, il sacco presentasi alquanto più slargato, mentre in altri è più ristretto, così che nel suo aspetto l' endosperma si presenta sotto forma di un organo saccato o, direi quasi, enteriforme, e che si può facilmente staccare dal seme senza produrre lacerazione alcuna nei tessuti circostanti.

La formazione dell' endosperma dell' *Anona* non avviene quindi come nella maggioranza delle Dialipetale, ma si compie invece come nelle Gamopetale, in rapporto forse alla forma allungata e ristretta del sacco embrionale stesso.

Però nelle Gamopetale accade frequentemente che solo una delle grandi cellule formate dalla prima divisione del nucleo secondario continua a segmentarsi, mentre l' altra rimane inattiva. Nell' *Anona*, invece, la divisione del nucleo secondario con formazione di una membrana, che divide il sacco in due cellule soprapposte, si ripete costantemente nelle bipartizioni successive.

I nuclei delle cellule dell' endosperma si mantengono sempre assai vistosi, ma non hanno forma costante: talvolta sono a contorno circolare, tal altra ovali, e contengono uno o più

(1) V. a questo proposito: Coulter and Chamberlain. — *Morphology of Angiosperms* — New York — 1903 — pag. 176 e segg.

nucleoli fortemente rifrangenti. Attorno a questi nuclei il protoplasma è disposto in bende raggianti, che si mettono in corrispondenza con le altre delle cellule contigue, e limitano dei vacuoli che si riempiono ben presto di materiali di riserva dati in gran parte da minutissimi granuli di sostanze proteiche.

Le membrane delimitanti le cellule del corpo endospermatico rispondono assai debolmente alle reazioni della cellulosa, quindi è da ritenersi ch'esse non siano ancora chimicamente differenziate. È ciò forse in relazione con la durata assai precaria di questo endosperma. Infatti con l'evolversi dell'embrione, esso va a poco a poco riassorbendosi fino a scomparire del tutto.

Formazione del perisperma.

Nell' *Anona Cherimolia* la nocella, anche dopo avvenuta la fecondazione, permane nella sua integrità; anzi le sue cellule conservano la loro attività moltiplicativa, per cui il tessuto della nocella stessa va aumentando di pari passo con la formazione del corpo endospermatico sopradescritto.

Fin da quando nel sacco embrionale si inizia la formazione dell' endosperma, le cellule della nocella, che sono poliedriche e a pareti dapprima alquanto sottili, elaborano in seno al loro protoplasma dei granuli minuti e rifrangenti che rispondono alle reazioni dell' amido.

Ma in progresso di sviluppo, allorchè il seme è pervenuto a maturità, le cellule del perisperma ispessiscono notevolmente le loro pareti che, pur restando cellulosiche, da piane divengono convesse in conseguenza dell' accumulo nel lume cellulare di materiali di riserva, costituiti essenzialmente da gocciole di olio grasso e da granuli di aleurona. Lo strato più esterno del perisperma, quello cioè che si trova in intimo contatto con i tegumenti seminali, si presenta formato di cellule non più poliedriche, ma cubiche, e con la parete esterna fortemente ispessita e cutinizzata. Questo strato, però, non persiste nel seme maturo, ve-

nendo esso schiacciato dalla pressione delle cellule del perisperma, ricche di un abbondante materiale di nutrizione.

Cosicchè, durante l'evoluzione del seme, si vengono a differenziare due tessuti di nutrizione: un *endosperma*, di durata assai precaria e che viene ad esaurirsi con l'accrescersi dell'embrione, ed un *perisperma*, di natura persistente e fornito dalla nocella grandemente accresciuta in seguito ad un'attiva moltiplicazione delle sue cellule.

E qui è d'uopo soffermarmi alquanto intorno ad un errore di interpretazione, in cui sono incorsi quanti si sono occupati del seme dell'*Anona*.—Nei trattati generali e nelle monografie è detto che i semi delle Anonacee, e più particolarmente del genere *Anona*, sono provvisti di un endosperma *ruminato*, intendendo, con tale denominazione, esprimere il fatto che il tegumento seminale forma delle introflessioni a cui corrispondono delle sinuosità talvolta profonde del tessuto di nutrizione del seme. Ora questo tessuto alcuni autori limitansi a chiamarlo, come Prantl (1), *tessuto nutritizio* (*Nährgewebe*), ovvero *albume* come Endlicher (2), A. De Candolle (3), Baillon (4), Planchon (5) senza specificare di qual natura ed origine esso sia.

Così pure il Duchartre (6) ed il Van Tieghem (7) lo designano per *albume*, indicando con tal nome il tessuto che si forma nel sacco embrionale dopo la fecondazione, cioè quello che dagli altri autori è chiamato *endosperma*, nome che il Van Tieghem riserva invece per il tessuto proveniente dalla segmentazione della macrospora delle Gimnosperme. Altri come il Wiesner (8),

---

(1) ENGLER UND PRANTL — *Die natürlichen Pflanzenfamilien* — Leipzig, 1891.

(2) ENDLICHER — *Genera Plantarum* — Vindobonae 1850.

(3) A. DE CANDOLLE — *Introduction à l'ètude de la Botanique* — Bruxelles 1837. — *Prodromus System. naturalis regni vegetabilis* — Parisis 1824.

(4) BAILLON — *Histoire des Plantes* — Tom. I. Paris 1867-69.

(5) PLANCHON ET COLLIN — *Les drogues simples d'origine végétale*—Tom. II. Paris, 1896.

(6) DUCHARTRE — *Èléments de Botanique* — Paris 1885.

(7) VAN TIEGHEM — *Traitè de Botanique* — Paris 1901.

(8) WIESNER — *Elementi di Botanica scientifica* — Trad. del Solla.

il Lubbock (1), il Licopoli (2) denominano il tessuto di nutrizione ruminato delle *Anona* strettamente endosperma. A questi possiamo aggiungere anche lo Schimper (3), il quale così lo considera nella prima edizione del trattato di Botanica dello Strasburger. L' ultima edizione del detto trattato non contiene la famiglia delle Anonacee.

Altri infine, come il Richard (4), lo definiscono anch' essi come endosperma, ma intendono con tal nome tutto il tessuto di nutrizione del seme, sia esso di natura embrionale, sia di natura nocellare.

Ora dalla esposizione che ho fatto più sopra delle mie ricerche sullo sviluppo dell' ovulo e del seme dell' *Anona Cherimolia* si rileva facilmente che quel tessuto ruminato di nutrizione che gli autori designano genericamente per albume o che addirittura specificano per endosperma ruminato, è un vero e proprio perisperma (5).

Formazione dell' embrione.

Avvenuta che sia la fecondazione (ciò che si desume anche dallo sfacelo in cui cadono le sinergidi), l' oosfera è sospinta un po' in alto verso la volta superiore del sacco embrionale, a cui resta aderente insieme ai residui delle sinergidi in degenerazione.

---

(1) J. Lubbock, Bart. — *Contribution to our knowledge of seedlings* — London 1892 Vol. I. p. 103.

(2) G. Licopoli - *Sull'anatomia e fisiologia del frutto nell' Anona reticulata L. e nell'Asimina triloba* Dun. (Atti della R. Accademia delle scienze Fisiche e Matematiche—Napoli Serie seconda - Vol. I. 1888) Tale infatti il Licopoli lo considera nelle conclusioni di questa Memoria, ma non manca in altre parti del suo lavoro di chiamare il tessuto di nutrizione in questione indifferentemente col nome di albume ed anche di perisperma, seguendo evidentemente con quest'ultima denominazione alcuni morfologi (come A. De Saint-Hilaire, Jussieu, etc) che con essa designano tanto l' endosperma quanto il perisperma propriamente detto.

(3) Strasburger - Noll - Schenck - Schimper—*Lehrbuch der Botanik für Hochschulen* Jena 1900.

(4) A. Richard - *Précis de Botanique et de Physiologie végétale.*—Paris 1852.

(5) Nicolosi — « La formazione dell' endosperma nell' *Anona Cherimolia* » Bullettino della Società Botanica Italiana : Adunanza della Sede di Firenze del 19 Aprile 1903.

Ora, mentre che il nucleo secondario del sacco embrionale entra in divisione, dando luogo, come abbiam visto, alle prime fasi della formazione dell' endosperma, nell' oosfera fecondata nessun fenomeno notasi che accenni alla formazione dell'embrione. Nell' *Anona* avverrebbe quindi alcun che di analogo a quello che si verifica nella *Thea chinensis* (1), ove si ha una sosta fra la fecondazione della cellula-ovo e le sue prime divisioni che conducono alla formazione dell' embrione. È da notare però che nell' *Anona* tale sosta è breve assai, e l' ovulo e l' ovario continuano nel loro accrescimento; nella *Thea chinensis* invece la sosta si potrae per qualche mese e, con la quiescienza dell'oosfera, si arrestano nello sviluppo tutte le parti costitutive dell'ovario. Nell'*Anona*, quando la formazione dell' endosperma è alquanto inoltrata, quando questo comincia ad assumere la forma di un corpo cellulare, l' oosfera, ch' è rimasta indivisa e aderente quasi alla volta superiore del sacco embrionale, entra in segmentazione. Essa si divide anzitutto in due con un setto equatoriale, normale all' asse principale del sacco (fig. VI), e indi, per ulteriori divisioni, dà luogo (senza formazione alcuna di sospensore) ad un piccolo corpo cellulare, o *embriosfera*, ch'è da considerarsi come l' inizio dell'embrione. Accrescendosi, infatti, sempre più per continue e successive divisioni delle sue cellule, prende una forma alquanto allungata e arrotondata in basso e si presenta completamente avvolto dalle cellule del corpo endospermatico, che già è pervenuto al suo massimo sviluppo (fig. VIII e IX).

Quando, in progresso di sviluppo, cominciano nell' embrione a formarsi i primi abbozzi dei mammelloni cotiledonali, l' endosperma va via via riassorbendosi, gradatamente digerito dalle cellule dell'evolventesi embrione. Embrione ed endosperma, quindi, sono intimamente compenetrati, e lo sviluppo progressivo dell' uno è strettamente connesso allo sviluppo regressivo dell'altro.

---

(1) F. CAVARA. — *Ricerche intorno allo sviluppo del frutto della Thea chinensis, Sims.* — Atti dell' Istituto botanico dell' Università di Pavia, 1899.

Spermoderma.

Il seme dell' *Anona Cherimolia*, appieno evoluto, presentasi oblungo, molto compresso, colorato in giallo-bruniccio, e raggiunge la lunghezza di due centimetri o poco più e la larghezza massima di un centimetro e mezzo. Il suo tegumento esterno, che deriva direttamente dal tegumento esterno dell' ovulo, consta di tre strati ben distinti. Lo strato esterno risulta di un tessuto epidermico costituito di una serie di cellule quadratiche in sezione trasversale, con le membrane radiali alquanto più brevi. La membrana esterna è mediocremente cutinizzata. In sezione tangenziale queste cellule si presentano poligonali a cinque, sei, fino ad otto facce. Sono poi fornite di un pigmento giallo-bruniccio. Allorchè il seme è maturo e disseccato, questo strato esterno distaccasi facilmente. Segue ad esso lo strato mediano che consta di cellule allungate, fibriformi, a decorso ondulato, provviste di poro-canali, estendentisi in direzione tangenziale o variamente intersecantisi. Nella parte micropilare del seme questo strato assume un maggiore sviluppo. Ciò evidentemente è in rapporto con la posizione dell' embrione, il quale viene ad esser protetto nella sua parte radicolare da questa speciale produzione arilloidare. Le cellule costituenti questo strato mediano dello spermoderma, che possiamo chiamare *strato fibrillare*, nei primordi del loro sviluppo si presentano di forma poliedrica, fornite di un grosso nucleo e di una membrana assai sottile e cellulosica. In seguito, però, queste cellule si allungano riunendosi a fascetti, in direzioni svariate, ispessiscono le loro pareti e le lignificano in gran parte. Nel contempo elaborano una notevole quantità di granuli di amido, di cui frequentemente trovasi riempito il loro lume. A questo strato mediano segue il terzo costituito di cellule poliedriche, alquanto allungate nel senso dell'asse longitudinale del seme e ricche in special modo di granuli di amido.

Il tegumento interno, secondina o anche *endopleura*, se-

condo alcuni autori, si distingue dal terzo strato sopradescritto per un pigmento più oscuro che presentano le sue cellule, e per la forma poliedrica, ma più allungata nel senso tangenziale, delle stesse. Perciò anche nel seme dell'*Anona*, come del pari in quello di molte altre piante, la secondina non ha quel carattere di transitorietà che vorrebbe attribuirle il Le Monnier (1), ma acquista, anzi, una notevole importanza nel processo di ruminazione del seme.

Una caratteristica assai importante del seme dell' *Anona* è la così detta *ruminazione* dell'albume, che ha fatto dare dal Ventenat alla famiglia delle Anonacee il nome di *Glyptospermae*: ruminazione, che è unicamente determinata dalla introflessione dei tegumenti seminali nel corpo del tessuto perispermatico. Il processo di introflessione si può assai agevolmente seguire, perchè le cellule dei tegumenti, che vi prendon parte, hanno le membrane colorate in giallo bruno, onde il loro insinuarsi fra le cellule del perisperma, che hanno membrane incolori, riesce molto evidente. Le introflessioni procedono in direzione quasi normale nel corpo del tessuto nocellare, divenuto già perisperma, estendendosi sempre più profondamente in esso fino a pervenire in contatto della parete del sacco embrionale che intanto si è trasformato in quel corpo endospermatico particolare, di cui abbiamo seguita la formazione. Le cellule del perisperma sono ordinate in serie regolari intorno alle introflessioni, che estendonsi in tutti i punti del perisperma stesso: ne va esente soltanto la porzione circostante alla regione micropilare.

Alla formazione delle introflessioni in discorso, oltre che la secondina, prende parte una porzione del tegumento seminale esterno, cioè lo strato più interno di questo ed una parte dello strato fibrillare mediano.

Quindi non è la sola secondina, come vorrebbero De Can-

(1) Le Monnier—*Recherches sur la nervation de la graine* in Ann. d. Sc. Nat. Sér. V. T. XIV.

dolle (1) e Lubbock (2) che determina la ruminazione del seme delle *Anona*.

Idioblasti di nutrizione.

Localizzati nella parte periferica del perisperma e precisamente lungo il decorso delle introflessioni tegumentali e inoltre sulla superficie interna di quella formazione arilloide, cupuliforme, che sormonta la regione micropilare del seme, havvi elementi istologici particolari che, differendo grandemente per le dimensioni loro, per la forma e per l'ispessimento della membrana dalle cellule perispermatiche circostanti, si possono chiamare, seguendo il criterio adottato dal Sachs, *idioblasti*, e che io specifico come *idioblasti di nutrizione* (3). Questi elementi particolari si presentano, a prima vista, nella sezione longitudinale del seme che si avvia alla maturità, a guisa di formazioni globulari, più spesso ancora elissoidali, contenenti, ad evoluzione compiuta, fra i residui assai scarsi di materiali proteici un' abbondante quantità di gocciole oleose dalle dimensioni più svariate.

Quale è la loro origine? Parecchio tempo dopo avvenuta la fecondazione (un mese o poco più), quando l' endosperma non è ancora che ai primi stadi di sua formazione e il seme ha raggiunto tutt' al più il diametro di 5 mm. circa, si differenziano fra le cellule, che stanno immediatamente al di sotto dello strato limitante il perisperma di già ruminato, speciali elementi istologici che cessano dal moltiplicarsi per assumere caratteri particolari. Sono per lo più separati fra di loro da una o più cellule del perisperma, e non infrequentemente si osservano anche abbinati. In quanto alla forma che presentano al loro primo differenziarsi, essa è per lo più poliedrica e restringen-

(1) De Candolle — *Introduction à l' étude de la Botanique.*

(2) I. Lubbock — Op. cit.

(3) Nicolosi — *Elementi speciali nel perisperma dell' Anona Cherimolia Mill.* (Bullettino della Società bot. ital., 11 ottobre 1903.

tesi a cuneo verso l' interno ove presenta una base larga e curvilinea, data dalla faccia che si trova a contatto dello strato limitante del perisperma (fig. X).

La membrana si mostra ben presto alquanto più ispessita di quella delle cellule circostanti, ma risponde sempre alle reazioni della cellulosa. È omogenea, cioè di eguale spessore lungo tutto il perimetro dell' idioblasta, senza punteggiature o particolarità notevoli di struttura.

Due caratteri poi in special modo individualizzano questi, come del resto tutti gli altri idioblasti, e cioè la natura del protoplasma e le dimensioni assai cospicue che assume il nucleo.

Il contenuto protoplasmatico degli idioblasti, in discorso è assai più abbondante di quello delle cellule contigue; è inoltre molto denso e nettamente granulare. Esso resiste alquanto all' azione anche prolungata dell' acqua di Javelle, ma risponde bene alle note reazioni degli albuminoidi.

In seno a questo protoplasma si trova un grossissimo nucleo, le cui dimensioni superano del doppio, circa, quelle del nucleo delle cellule vicine. È per lo più centrale, ma non di rado presentasi aderente alla parete dell' idioblasta; è fornito inoltre di un distinto e grosso nucleolo e di una impalcatura cromatica manifesta.

Ben presto nel protoplasma vengonsi a differenziare numerosi granuli d' amido, piccoli, globulari: amido che, dopo un certo periodo di attività dell'idioblasta, viene a scomparire. In sua vece appaiono gocciole assai piccole e rifrangenti, che vengonsi in special modo a localizzare nei vacuoli che, intanto, si sono formati nella massa protoplasmatica in numero considerevole. Trattate con acido osmico, queste gocciole perdono la loro particolare rifrangenza ed assumono un colorito bruniccio; l' iodio inoltre le colora in giallo, e il sudan III in giallo-arancio. La natura oleica quindi di queste gocciole, come rilevasi da queste reazioni, è assai evidente. La loro insolubilità poi nell'alcool anche a caldo, escludendo che si tratti di oli eterei, ne attesta la natura grassa.

Ben presto parecchie delle gocciole oleose confluiscono insieme, ed allora il lume degli elementi cellulari in discorso viene, in uno stadio successivo, occupato da due o più grandi gocciole che possono raggiungere il diametro di 30 μ circa. Del protoplasma intanto, che in così gran copia riempiva l'idioblasta nei primi stadi del suo sviluppo, non restano che scarsi residui; soltanto si nota la presenza, fra mezzo alle gocciole oleose, di minute granulazioni che rispondono ancora alle reazioni degli albuminoidi. Nel contempo anche il nucleo diminuisce gradatamente fino a non essere più percettibile negli idioblasti a completo sviluppo (fig. XI).

Durante queste trasformazioni del contenuto, hanno questi elementi modificato anche la loro forma: da poliedrici sono passati alla forma ovulare ed hanno raggiunto inoltre considerevoli dimensioni. Un buon numero di misurazioni mi fornì i seguenti risultati :

Lunghezza minima	μ 58
» massima	» 96
Dimensione prevalente delle misure. .	» 70
Larghezza minima	» 28
» massima	» 60
Dimensione prevalente delle misure. .	» 45

Avviandosi, però, il seme a maturità, questi speciali elementi smaltiscono gradatamente il loro contenuto, cosicchè, quando il seme è completamente maturo, essi presentansi in gran parte vuoti, ovvero con residui di gocciole oleose. Assai ricche invece di materiali di nutrizione (oli grassi e granuli di aleurone) sono, in questo stadio, le cellule circostanti del perisperma.

Ora la genesi, il modo di sviluppo e la sorte di questi particolari elementi inducono a ritenere che essi altro non siano che idioblasti di riserva ad utilizzazione assai precoce, i cui materiali di nutrizione verrebbero esauriti dall' embrione in via

di sviluppo, quando già l'endosperma è in gran parte o del tutto consumato, e il perisperma non contiene ancora che ben scarsa quantità di materiali nutritivi.

La costituzione poi del loro contenuto, dato principalmente da oli grassi, e la nessuna fragranza del seme escludono che questi elementi possano servire all'elaborazione di principî aromatici a funzione biologica.

È, invero, singolare la differenziazione di elementi siffatti che, pur avendo l'ufficio di immagazzinare sostanze di riserva, hanno vicende di sviluppo e di utilizzazione così diverse da quelle degli altri costituenti il tessuto di nutrizione del seme. (1)

CONCLUSIONI.

Da queste mie ricerche, fatte sullo sviluppo dell'ovulo e del seme dell'*Anona Cherimolia*, si possono trarre le seguenti conclusioni:

1. Il sacco embrionale trae origine dalla inferiore di una serie di quattro cellule, differenziatesi nella porzione assile e centrale della nocella.

2. La forma assunta dal sacco embrionale è allungata e ristretta come nella grande maggioranza delle Gamopetale.

---

(1) Quanto al contenuto oleoso di questi idioblasti di nutrizione, che il Licopoli (op. cit.) chiama *cellule speciali* e che considera soltanto dal lato microchimico, questi ritiene ch'esso sia alquanto diverso delle sostanze grasse contenute nelle cellule dell'albume. Ed egli perviene a questa conclusione in base alle seguenti esperienze: trattatte le gocciole oleose delle cellule speciali con ac. solforico, con potassa, etc. esse si fluidificano e si convertono in gallozzole oleose. E questa conversione procede dal centro di ciascuna massa, anzichè da qualsivoglia parte, mentre nelle cellule perispermiche, l'aggruppamento dei corpuscoli puntiformi e la loro fluidificazione si effettuano in tutto l'ambito della cavità cellulare. Allorchè poi l'acido solforico penetra nelle cellule perispermiche fluidifica immantinente tutti i corpuscoli oleosi e ne determina la formazione di gallozzole limpidissime che, poco dopo, coloransi d'un bel roseo chermisino. Un tal fatto non si ripete nelle cellule speciali, ove le gallozzole, pur producendosi dopo l'azione dell'acido suddetto, pigliano una debole tinta giallognola anzichè rosea chermisina.

3. Fecondata che sia, la cellula-ovo si porta verso la calotta micropilare del sacco embrionale, fino ad aderire ai residui schiacciati ed informi delle sinergidi, e quivi resta per qualche tempo allo stato di riposo.

4. Quale prodotto della divisione del nucleo secondario, risultante dall' avvenuta fusione dei due nuclei polari, il sacco embrionale viene a dividersi, per mezzo di setti trasversali d'ordinario normali all' asse principale di esso, in un certo numero di grandi cellule disposte in pila. In seguito alla moltiplicazione dei setti trasversali ed alla formazione di altri longitudinali ed obliqui si perviene alla costituzione di un vero e proprio *endosperma* che ha la forma di un corpo cellulare, che si modella sulla forma del sacco, facendo pressione sulla parete di questo, spostandola e sospingendo con essa in pari tempo gli strati contigui della nocella. Alla estremità superiore (regione micropilare) di questo corpo saccato sta l'embrione. Col procedere dello sviluppo di questo, l' endosperma viene via via riassorbito fino a scomparire interamente.

5. Contemporaneamente alla formazione dell' endosperma ha luogo, per parte della nocella (che frattanto in seguito ad un' attiva moltiplicazione delle sue cellule s' è notevolmente accresciuta), la costituzione di un *perisperma* che per introflessione dei tegumenti seminali diviene ruminato.

6. Il processo di ruminazione del perisperma si compie per opera principalmente della secondina, ma vi prendon anche parte alcuni strati del tegumento esterno.

7. Fra gli elementi del tessuto di nutrizione e localizzati in gran copia lungo il decorso delle introflessioni, havvi speciali *idioblasti di riserva* ad utilizzazione assai precoce, i cui materiali di nutrizione verrebbero esauriti dall' embrione in via di sviluppo, quando già l' endosperma è in gran parte o del tutto digerito e il perisperma non contiene ancora che ben scarsa quantità di sostanze nutritizie.

8. Se dai caratteri desunti dalla struttura e dallo sviluppo

dell' ovulo e del seme dell' *Anona* si ha da trarre qualche deduzione di ordine sistematico, possiamo dire che le Anonacee si avvicinano più alle Gamopetale che alle Dialipetale, quantunque la loro semplice organizzazione fiorale le faccia ritenere fra i tipi più semplici di Dialipetale ed assai affini per la loro trimeria alle Monocotiledoni.

Onde non è fuor di proposito il supporre che, anzichè di un tipo semplice o primitivo, si tratti di un tipo ridotto, ossia semplificato: supposizione questa che è stata ventilata anche per le stesse Monocotiledoni.

Dal Laboratorio di Botanica della R. Università di Catania—Giugno 1904.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

FIG. I — Sezione di ovulo di *Anona Cherimolia*: *pr.* primina, *sc.* secondina, *n.* nocella, *cm.* cellula madre del sacco embrionale. KORISTKA oc. 4, ob. 9.

» II. — Parte superiore del sacco embrionale: *sg.* sinergidi, *o.* cellula uovo; *np.* nuclei polari, oc. 4, ob. 9.

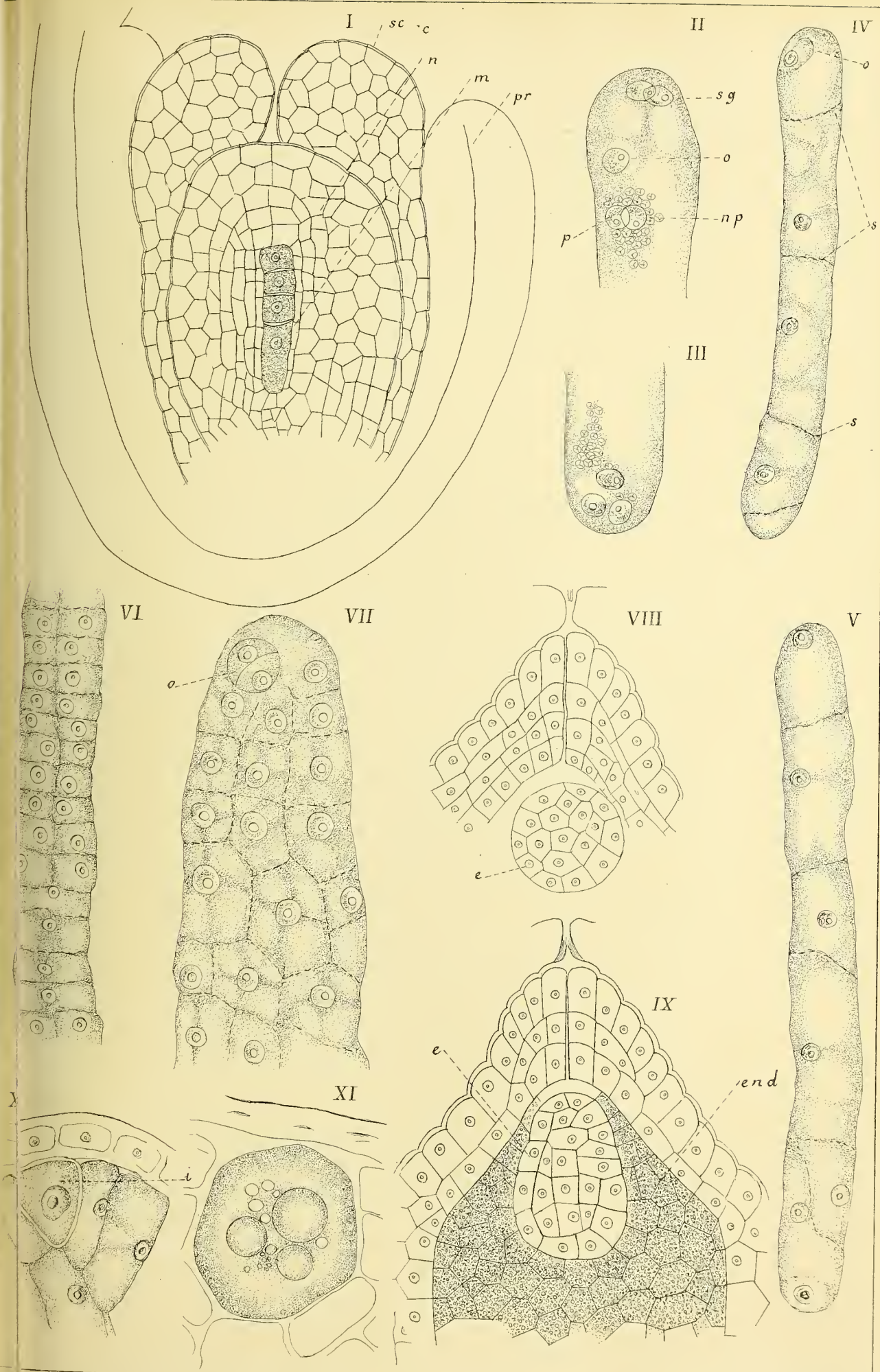
» III. — Parte inferiore del sacco embrionale: *a.* antipode, oc. 3, ob. 7.

» IV. e V. — Sacco embrionale dopo la fecondazione e coi primi setti trasversali preludianti alla formazione dell'endosperma: *o.* cellula uovo; *s.* setti trasversali. Fig. IV, oc. 4, ob. 9; Fig. V, oc. 3, ob. 7.

» VI. e VII. — Porzione del corpo endospermatico in diverso grado di sviluppo. In VI calotta micropilare con la oosfera di già segmentata. Fig. VI oc. 1, ob. 7; Fig. VII oc. 4, ob. 9.

« VIII e IX. — Embrione (*e*) in vari stadi di sviluppo. In IX circondato dall' endosperma *end*, oc. 2, ob. 9.

« X. e XI. — Idioblasti di nutrizione (*i*) del perisperma in vario grado di sviluppo, oc. 3, ob. 9.

I
sc
c
n
m
pr
II
sg
o
np
p
III
IV
o
s
s
V
VI
VII
o
VIII
e
IX
e
end
XI
i
Lit. Zurria - Catania

Osservazioni morfologiche sulla «Peziza ammophila» D. et M.

Memoria del D.r GIUSEPPE MUSCATELLO

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DEI MEMBRI EFFETTIVI
PROFF. A. RUSSO E F. CAVARA *(relatore)*

La memoria dal titolo: *Osservazioni morfologiche sulla* PEZIZA AMMOPHILA Dur. et Mont., presentata dal Dottor Giuseppe Muscatello all' Accademia Gioenia porta un notevole contributo alla conoscenza di un raro Discomicete crescente alla Plaia di Catania.

Dopo avere, in seguito ad opportune indagini, escluso che intercedano rapporti simbiotici fra la *Peziza ammophila* e certe graminacee in vicinanza delle quali essa si sviluppa, l' Autore dà una particolareggiata descrizione del corpo fruttifero di essa e mette in luce nuove mirabili disposizioni di struttura, in relazione coi processi di nutrizione e di accrescimento da un lato e colla natura tutta speciale del substrato dall' altro.

La differenziazione nel corpo fruttifero di elementi particolarmente adibiti all' assorbimento, alla conduzione ed alla messa in disparte dell' acqua con i materiali in essa disciolti, non ha riscontro, secondo le ricerche fatte, con quanto si conosce di altre specie del vastissimo genere *Peziza*, e sta certo ad indicare un peculiare adattamento alle condizioni di vita offerte dalla stazione arenicola, propria della *P. ammophila*.

Con molta accuratezza ha seguito l' Autore i fenomeni che si svolgono nella parte fruttifera del concettacolo; e l' uso di ottimi mezzi di fissazione e di colorazione gli ha permesso di darsi ragione del modo, tanto discusso, di prendere origine degli aschi, considerato in varia guisa come un atto sessuale e risultante, qui, quale una fusione di nuclei appartenenti a due elementi contigui, ed assai differenziati rispetto ai circostanti. La chiarezza

delle figure riferentesi a tale processo non lascia dubbio sulla interpretazione dell' Autore.

Anche la formazione delle ascospore è seguita nei suoi più minuti particolari e le figure delle corrispondenti fasi cariocinetiche dànno una buona conferma di fatti analoghi osservati in specie affini. Restano, è vero, non troppo chiarite alcune questioni, ad es. il numero e la riduzione dei cromosomi, la presenza o meno dei centrosomi. Bisogna, per altro, ammettere che su tali quistioni vi è ancora troppa incertezza e troppo disaccordo.

Dove ci sembra che l' Autore abbia, con sicurezza di dati, portato valido contributo, gli è al riguardo di quelle granulazioni metacromatiche che in gran numero si formano durante la maturazione degli aschi, le quali secondo l' A. avrebbero un impiego di significato morfo-biologico, e cioè nel completamento degli organi riproduttori.

In considerazione dei nuovi fatti messi in luce in questa illustrazione di una specie così rara, la Commissione di Revisione è d' avviso che la memoria del D.r Muscatello possa essere inserita negli atti dell' Accademia Gioenia.

Nell' aprile del 1903 il Prof. Cavara (I) richiamava l' attenzione sulla *Peziza ammophila D. et M.* che aveva trovato in gran copia nelle dune della Plaia di Catania.

La presenza di questo micete lungo i filari di *Saccharum aegyptiacum*, piantato alla Plaia per frangivento e per rassodare quel terreno mobilissimo a scopo di rimboschimento, ed inoltre il fatto che esso si trovava quasi sempre ad eguale distanza dai filari di tale graminacea, aveva fatto sospettare al prof. Cavara che vi potessero intercedere dei rapporti simbiotici fra la *Peziza* e le radici del *Saccharum*; e rammentava a tal uopo che anche il Cooke (III) aveva notato come tale specie, nelle coste sabbiose dell' Inghilterra, crescesse insieme alla *Psamma arenaria.*

Essendo note consimili relazioni fra micelî fungini e radici di piante diverse, mi indussi di fare delle osservazioni in proposito, recandomi parecchie volte sul luogo e facendo copiosa messe di esemplari.

Per la debole consistenza del piede di questo fungo trovai molte difficoltà nello stabilire se effettivamente ci fosse il supposto rapporto; ma però vinsi queste difficoltà col giungere ad isolare completamente il piede di parecchi esemplari con un mezzo abbastanza semplice, e cioè proiettando dell' acqua in filo sottile con una grossa pera di caoutchouc, dopo aver praticato una fossa laterale, nel terreno sabbioso, in vicinanza del fungo. Dopo aver anche isolato quelle fra le radici del *Saccharum* che erano in contiguità del fungo, potei stabilire che nessun rapporto

diretto veramente intercedeva fra le radici della graminacea e la parte ipogea della *pezize*. Non fu raro il caso di trovare, congiunta a qualche parte del piede, qualche estremità di radice viva o morta, sia della graminacea suddetta che di altre piante erbacee; ma pel fatto che tali radici si distaccavano molto facilmente dal micelio, ed anche per non aver riscontrato, all' esame microscopico, nessuna traccia di ife alla superficie di esse, dovetti convincermi che la coesistenza del fungo con le sopradette radici non offriva carattere di simbiosi ed era addirittura casuale.

La contingenza che i concettacoli di questa *Peziza* si trovano assai spesso in vicinanza del *Saccharum* può spiegarsi forse perchè i filari stessi della graminacea trattengono il maggior numero degli organi riproduttori della *Peziza* portativi dal vento, per cui questi, cadendo al suolo, dànno luogo ai micelî che si diffondono nelle vicinanze della detta graminacea; ed anche probabilmente pel fatto che il copioso sistema radicale del *Saccharum*, attingendo acqua dagli strati profondi del terreno e mantenendo una certa umidità agli strati soprastanti, offre forse per ciò stesso condizioni favorevoli allo sviluppo del micelio della *Peziza*.

Messa in chiaro così la natura dei rapporti fra la *Peziza ammophila* ed il *Saccharum aegyptiacum*, trovandomi in possesso di un cospicuo materiale, parte del quale era già stato fissato dal Prof. Cavara, mi accinsi a fare uno studio morfologico di questo interessante discomicete.

E qui sento il dovere di ringraziare vivamente il mio Maestro, Prof. Fridiano Cavara, che amorevolmente mi guidò e consigliò in queste mie ricerche.

METODO

Il materiale fu fissato in due modi diversi, cioè in soluzione alcoolica acetica di sublimato corrosivo ed in cloruro di platino

L'apotecio veniva tagliato in pezzetti quadrati di circa 2 mm.

di lato, e tali pezzetti, debitamente imparaffinati, erano poi tagliati al microtomo in sezioni dello spessore di 5 μ circa.

Furono adottati i seguenti metodi di colorazione:

1.) Safranina, violetto di genziana, orange (metodo Flemming.)

2.) Ematossilina ferrica (metodo Heidenhain).

3.) Ematossilina Delafield.

*
* *

La *Peziza ammophila* ha il suo concettacolo a fior di terra; esso si mantiene sepolto fino a tanto che non cominci ad aprirsi. Ancor coperto dalla sabbia è facile tuttavia poterlo avvertire da certi particolari rilievi che si riscontrano qua e là nel terreno, prodotti dalla pressione, dal basso in alto, esercitata dal concettacolo stesso. Quando esce appena dal livello del suolo si presenta con una boccuccia a contorno irregolare o stellato che rappresenta l' apertura dell' apotecio, mentre la parte allargata di questo è ancor sepolta nella sabbia. Tale apertura va via via allargandosi, e, quando il concettacolo invecchia, essa si sforma; il corpo fruttifero avvizzisce e si strugge, venendosi a determinare nella sabbia una fossetta conica che ne indica la traccia.

Il piede (se realmente si può chiamare così la parte ristretta ipogea del fungo che risulta di un misto di sabbia e di micelî) assume un grande sviluppo, e può raggiungere anche la lunghezza di 15 e 20 cm. Esso si presenta o semplice o siccome ramificato (Fig. 1-2). Le ramificazioni sono libere, ma possono anche essere congiunte, senza alcuna legge, le une alle altre in seguito a ripetute anastomosi. La sua forma è cilindracea, talora alquanto depressa alla parte superiore, e la superficie è assai scabra per la sabbia che vi è agglutinata,

La consistenza e la compattezza di questo piede sono assai deboli talchè sotto lieve pressione si risolve in minuti frammenti. Questi caratteri peculiari sono, come vedremo, devoluti alla sua speciale struttura.

La parte allargata del ricettacolo, o apotecio, ha una grandezza che varia fra un diametro massimo di 5 cm. ed un minimo di 2 cm. Esso, appena fuori di terra, presenta, come dissi, un foro ad orlo frastagliato, e poi si apre irregolarmente, assumendo nell' insieme l' aspetto di un otre saccato, a sezione trasversa circolare o ellittica ovvero anche di ∞, nel caso di forme gemine, poichè il concettacolo non sempre è semplice (Fig. 2), ma non di rado risulta dall' unione di due, saldati insieme, formando o due cavità libere su un piede unico, o due cavità separate da una parete divisoria doppia su due piedi, in parte concrescenti o completamente distinti.

All' esterno il concettacolo presenta una superficie ruvida, data qui pure da un sottile strato di sabbia (facilmente asportabile col semplice fregamento delle dita) di cui è tutto rivestito e dal quale piglia il colore. Tolto questo strato di sabbia, presenta un colore giallo livido, quasi cretaceo, ed appare inoltre rivestito come di un sottile strato di pruina. La superficie interna è invece tumida e vellutata, di colore giallo-nocciuola, che diventa poi bruno a maturità. Lo spessore di questo concettacolo è di un millimetro e mezzo circa nella parte superiore, di tre millimetri circa nella parte inferiore in prossimità del piede. Esso è semidiafano, e, riguardo alla consistenza, è molle, tenero e di straordinaria fragilità. Circa il modo come esso si origina non ho potuto nulla appurare, sia perchè fra i tanti esemplari raccolti non ne trovai che presentassero i primissimi stadî, ed inoltre perchè le spore, quantunque coltivate in diversi substrati, non germinarono mai, quindi non potei darmi ragione dell'inizio del concettacolo.

Intorno all' intima struttura dei corpi fruttiferi, le osservazioni da me fatte possono essere così riassunte:

Il piede, dalle ultime diramazioni sino alla parte superiore dove si allarga in concettacolo, si può dire che presenti una grande uniformità di struttura: è costituito di una trama miceliare estremamente lassa, formata da ife incolori, sottili, cilin-

dracee o varicose, ad articoli più o meno lunghi, contorte ed aggrovigliate fra loro in guisa da inglobare moltissimi granelli di sabbia. Questi granelli sono strettamente avviluppati dalle ife e spesso anche trattenuti da queste con processi rassomiglianti quasi ad austorî, e ciò evidentemente in relazione ad una funzione di assorbimento. Le ife, ramificandosi, si anastomizzano frequentemente ed in vario modo fra loro, più spesso a mo' di *H* (Fig. 3 a 6).

Le ultime diramazioni delle ife verso l'esterno sono libere, maggiormente contorte a mo' di cirro o a pastorale, spesso con terminazioni un po' capitate (Fig. 7, 8, 9).

Ciò che vi è poi di particolare in tutta la trama del piede è la presenza di speciali noduli o gangli micelici (Fig. 10-11), formatisi dal convergere, in determinati punti, di numerose ife le quali si aggrovigliano più strettamente, in guisa da costituire un pseudo-tessuto non interrotto da vani o spazî. Queste ife sono anche di calibro maggiore di quelle che costituiscono la debole trama impigliante i granuli di sabbia, e colla loro stretta unione vengono ad assumere l'aspetto di cellule a contorno poligonale, irregolare, e di varia grandezza. Nel contesto di questi noduli non si osservano granuli di sabbia. Generalmente ogni ganglio si mette in relazione cogli altri per mezzo di grosse ife cilindriche del diametro di 18-24 μ, senza diverticoli, parcamente settate, a contenuto jalino nel quale sono immerse piccole granulazioni di natura glicogenica. I gangli, comunicanti fra di loro per mezzo di queste grosse ife, trovansi più o meno distanziati ed emettono altre ife speciali di calibro minore delle precedenti, mediante le quali si mettono in relazione colle ife della trama sopradescritta.

Questo sistema di gangli e di ife tubulari parla nel senso di funzioni speciali, cui probabilmente è devoluto. Vi è ragione di credere che i noduli micelici siano deputati ad accumulare l'acqua che viene addotta a loro dalle ife della trama, mentre le grosse ife che mettono in comunicazione i diversi gangli mi-

celici funzionino da elementi conduttori. Queste strutture variano di poco dalle porzioni inferiori del piede alle superiori; solo si può notare che, avvicinandosi al ricettacolo, le ife dei gangli si fanno sempre più grosse e la loro aderenza si fa più debole. Laddove poi il piede si allarga a formare la parte basale del ricettacolo, mentre scompare la struttura ganglionare e scompaiono del pari le ife tubulari, si nota ivi un sistema di grosse ife rigonfiate a guisa di ampolle, a terminazione libera, ovvero intercalare (Fig. 12-15). In ogni caso esse sono in evidente relazione colle ife della trama. Non vi è dubbio che questi speciali elementi costituiscono un sistema acquifero in relazione coi bisogni di acqua dell'evolventesi concettacolo.

Una sezione della coppa ricettacolare presenta verso l' esterno uno strato di ife assai sottili, tortuose, avvolgenti minuti granelli di sabbia, e quindi simili alle ife riscontrate alla periferia del piede. A questo strato, che forma la parte più esterna del concettacolo, segue un altro, dato da tessuto pseudo-parenchimatoso assai lasso e formato in gran parte di elementi a sezione quasi circolare, il cui diametro può anche raggiungere 80 μ. Questo strato ha uno spessore di quasi metà di quello del concettacolo. Ad esso ne segue un altro meno lasso ad elementi assai più piccoli, del diametro massimo di 16 a 20 μ; questo è lo strato subimeniale, dal quale traggono origine le cellule ascogene. In queste si notano già abbondanti granulazioni cromofile, delle quali dirò più avanti.

Le cellule ascogene, da quanto ho potuto osservare nelle numerose sezioni da me fatte su materiale opportunamente fissato, si mostrano da principio più grandi, più regolari delle circostanti che formano lo strato subimeniale. La loro forma è sferoidale il contenuto fortemente granulare, ricco delle anzidette granulazioni cromofile e con un nucleo assai vistoso e molto più grande di quello delle cellule circostanti (Fig. 16). Sembra che esse non abbiano origine rispettivamente da una unica cellula, ma da due, le quali si trovano da principio anche alquanto distan-

ziate. Soltanto col loro accrescersi in volume esse verrebbero a contatto (Fig. 17, 18, 19).

Col riassorbirsi della membrana divisoria i contenuti delle due cellule vengono a fondersi insieme (Fig. 19) e i due nuclei si avvicinano l' uno all' altro (Fig. 20, 21). Fino a tale momento questi serbano la loro membrana, ma poi con lo stabilirsi del loro contatto, avviene la scomparsa di quella e l' intima loro fusione (Fig. 22 a 25) ; dopo di che nel nucleo risultante, che assume forma regolare e maggiori dimensioni, si ripristina la membrana. È degno di nota che, mentre durante il processo di fusione dei nuclei le granulazioni cromatiche erano scomparse, nel nucleo definitivo riappaiono di nuovo (Fig. 26).

I fatti da me osservati dànno in fondo una conferma alle vedute di Dangeard circa il modo di prendere origine dell'asco.

La cellula uninucleata risultante per tal modo dalla fusione dei due gameti diventa, coll' ulteriore suo sviluppo, l'asco. Essa si allunga in direzione normale alla superficie dello strato subimeniale assumendo la forma ellissoidale, da prima, poi quella cilindrica.

Gli aschi non si formano tutti simultaneamente, ma in modo continuativo, onde si presentano sempre aschi giovani, nei quali l' unico nucleo iniziale non si è ancora diviso.

Quando l' asco è ancora giovane, il suo nucleo si trova nella parte mediana e si mantiene per qualche tempo allo stato di riposo, presentando un nucleolo ben distinto, un reticolo, e molti granuli di cromatina sparsi irregolarmente fra le maglie del reticolo. Tutto il resto dell' asco è occupato da protoplasma a struttura fibrillare-reticolata, a maglie oblunghe nel senso dell' asse dell' asco, struttura che diviene però granulare in prossimità del nucleo (Fig. 27, 28).

Durante la profasi della prima divisione, la cromatina si organizza in bastoncelli o segmenti di, numero non sempre bene definibile, che si portano verso la periferia del nucleo e si può dire che si addossino alla membrana nucleare.

Indi ha luogo, all' interno del nucleo, e perciò di natura prettamente nucleare, la formazione del fuso, costituito di un numero ristretto di fibre. Ai poli di esso si formano due coni di radiazione rivolti con l' apice verso il nucleo e con la base rispettivamente verso le estremità dell' asco. In altre parole, si vengono a determinare due figure ad imbuto con una orientazione contraria di quella che si verifica per i nuclei delle piante superiori. I due vertici dei coni di radiazione riposano qui sulla membrana del nucleo ed in corrispondenza dei poli del fuso. (Fig. 29 a 31 e 35).

I cromosomi, portatisi all'equatore del fuso (Fig. 30), si presentano orientati nella stessa direzione delle fibre di questo: sono cilindracei od oblunghi, ed il loro numero non potè da me essere ben definito, ma credo che oscilli intorno ad 8. Se riduzione vi sia stata, io non potei stabilire. Certo è però che avviene una divisione di questi segmenti le cui singole metà si portano lungo le fibre del fuso ai poli di questo. Durante tale migrazione la membrana è scomparsa ed il nucleolo, fuoruscito dal nucleo, si presenta in via di degenerazione, mentre all' apice ed alla base dell' asco appaiono numerose granulazioni cromofile.

Portatesi le singole metà dei segmenti cromatici verso i due poli del fuso, ivi si avvicinano e si confondono fra loro in tal modo da simulare due masse, una per polo, che, venendo a situarsi ai vertici dei coni di radiazione sopradescritti, si scambierebbero facilmente con centrosomi. Da ciò forse la confusione che alcuni hanno fatto con queste formazioni, le quali, anche prima che i cromosoni si portassero ai poli, non mi fu dato di osservare.

Intorno alle suddette masse di cromatina si forma poi una areola incolore che va ingrandendosi e viene ad ispessirsi alla periferia, costituendo la membrana di ciascun nucleo figlio (Fig. 33, 34), le cui dimensioni, come già è stato avvertito da altri ricercatori, sono alquanto minori di quelle del nucleo primitivo dell' asco.

I due nuclei figli, dopo un brevissimo periodo di riposo, durante il quale si organizzano, si accingono alla loro volta a dividersi, e si ripetono gli stessi fatti sino alla formazione di quattro nuclei ancora più piccoli, disposti secondo una linea corrispondente più o meno all' asse dell' asco. Questi quattro nuclei coi relativi nucleoli e circondati di denso protoplasma vengono pure a dividersi, ed in questa terza divisione ha luogo, come è stato anche da altri notato, lo spostamento dell' asse dei singoli fusi, il quale viene a disporsi con un angolo di 45^0 circa coll' asse dell' asco, e non normale con questo, come hanno asserito Gjurasin e Harper. Cosicchè gli otto nuclei figli che si formano, col solito processo, sono disposti in due serie parallele all' asse dell' asco e fra di loro alternati (Fig. 38). Attorno a questi otto nuclei viene ad addensarsi della sostanza granulare formata evidentemente per massima parte dal protoplasma dell' asco e forse anche dalla sostanza che costituiva le radiazioni polari. È vero che Strasburger ed Harper ritengono che la sostanza cinoplasmatica venga devoluta alla formazione della membrana della spora, ma d' altronde bisogna pure ammettere che, durante le due prime divisioni, le radiazioni polari erano scomparse in seno al citoplasma senza contribuire alla costituzione di alcuna membrana, non essendosi fin allora formate delle spore.

Ciò che va rilevato è la ricomparsa, in seno a ciascuno degli otto nuclei, di un singolo nucleolo, come anche della nuova membrana dei nuclei, e ciò forse in relazione alla scomparsa della sostanza cinoplasmatica.

Quanto alla membrana delle spore si può ammettere che l' endosporio possa essere considerato come una elaborazione del citoplasma e forse anche in parte del cinoplasma, poichè è facile cosa constatare la formazione di essa per gradi da granulazioni di natura citoplasmatica che vengono a disporsi regolarmente attorno alla massa densamente granulare che da principio circonda il nucleo; mentre più difficile sembra il determinare l'origine e la natura dell' esosporio. Tuttavia i processi di colo-

razione, e sopratutto la triplice colorazione, permettono anche di risolvere questa questione. Quando si sono individualizzate le spore, e già si accenna la formazione del loro netto contorno, ossia dell' endosporio, e spesso anche prima, appaiono, come si disse, specialmente alle due estremità di ogni asco ed anche ai lati nello spazio fra una giovane spora e l' altra, i granuli metacromatici sui quali fu richiamata l' attenzione prima da Harper (IX) e poi sopratutto da Guilliermond (VII) che ne ha fatto uno studio speciale. Tali granulazioni sono abbastanza manifeste e molto più grosse dei comuni granuli citoplasmatici; hanno forma talora globulare, più spesso irregolare, angolosa e anche di bacilli tortuosi. Colla triplice colorazione esse si colorano in bleu-violaceo con riflessi rossastri, colorazione affine a quella dei nucleoli, mentre coll'ematossilina ferrica si colorano in violetto del pari che i nucleoli. Sulla origine di queste granulazioni si hanno idee incerte: il Guilliermond inclina a credere che siano di natura nucleare come un prodotto di secrezione del nucleo.

Collimando la loro comparsa presso a poco col disfarsi e scomparire dei nucleoli, potrebbe ritenersi che si tratti di una trasformazione della sostanza nucleolare, essendochè non emerge che durante il processo cariocinetico questa abbia avuto un impiego nella formazione dei nuclei figli, nei quali i rispettivi nucleoli riappaiono come una neoformazione indipendente dai nucleoli preesistenti.

Peraltro tale supposizione non sta in relazione con la quantità delle granulazioni metacromatiche che supera di gran lunga quella della sostanza nucleolare e va sempre aumentando con la maturazione dell'asco.

Riguardo poi alla funzione di tali granuli metacromatici, il Guilliermond (VII) ritiene che si tratti per essi di una sostanza di riserva che verrebbe utilizzata nel processo di maturazione delle spore. Ma tale ipotesi non precisa bene la natura della utilizzazione. Se le granulazioni suddette, come pensa lo stesso Guilliermond, sono analoghe a quelle osservate da Dittrich (XIII) nell' epiplasma delle Elvellinee, sarebbe più accettabile

l' opinione di quest'ultimo secondo la quale esse servirebbero al completamento della membrana delle spore. Anzi le mie ricerche avvalorano questa interpretazione, e per due circostanze di fatto : 1. Che i corpuscoli metacromatici vanno scomparendo od eliminandosi via via che le spore si completano ; 2. Che lo esosporio, col processo di triplice colorazione (saffranina, violetto di genziana e orange), va decisamente ad assumere la colorazione bleu-violacea dei corpuscoli metacromatici scomparsi. Sarebbe perciò una ben definita utilizzazione quella di cotesti corpuscoli e di grande valore morfo-biologico in quanto che essi fornirebbero il materiale necessario per quella struttura di difesa che è data dall' esosporio.

CONCLUSIONI.

1. — La *Peziza ammophila D. et M.* pur crescendo nelle stazioni littorali in prossimità di graminacee non contrae con le radici di queste rapporti di natura simbiotica.

2. — Lo sviluppo cospicuo del piede di questa specie e la sua struttura sono in relazione con la natura del substrato.

3. — La struttura del piede della *Peziza ammophila* si dimostra adatta alla duplice funzione di assorbimento e di conduzione dell'acqua : sono in essa differenziate ife assorbenti, ife accumulatrici ed ife conduttrici dell'acqua e dei materiali in essa disciolti.

4. — Particolari ife ad ampolla si differenziano, in prossimità della coppa ricettacolare, quali serbatoi acquiferi.

5. — La genesi degli aschi ha per punto di partenza la coniugazione di gameti uguali (fusione nucleare di Dangeard).

6. — Le granulazioni metacromatiche manifestantisi durante la formazione delle ascospore avrebbero l'ufficio di contribuire al completamento di queste e cioè alla costituzione dell'esosporio.

Istituto botanico della R. Università di Catania — Febbraio 1905.

LAVORI CONSULTATI

I. **Cavara F.** — *Novità micologiche siciliane* (Bull. d. Soc. bot. ital.— aprile 1903).

II. **id.** —*Note floristiche e fitogeografiche di Sicilia.* Ib. Ottobre 1904.

III. **Cooke M. C.** — *British Discomycetes.* (London, 1887) *e Mycografia* (vol. I, parte I, n. 100 e 373; London, 1879).

IV. **Dangeard P. A.** — *La reproduction sexuelle des Ascomycètes.* (Comp. rend. Acad. Sc.; 1894.

V. **id.** — *La reproduction sexuelle des Champignons — Étude critique* (Le Botaniste, 7[e] sèrie; 1900).

VI. **Ditrich** — *Zur Entwickelungsgeschichte der Helvellineen* (Beitr. zur Biologie der Pflanzen, VIII. Breslau 1893).

VII. **Gjurasin S.** — *Ueber die Kerntheilung in den Schlaüchen von* Peziza reticulosa *Bulliard* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1893, Bd. XI.

VIII. **Guilliermond A.** — *Contribution à l' étude de l' épiplasme des Ascomycètes et recherches sur les corpuscules métachromatiques des champignons.* (Annales mycologici; Vol. I, N. 3; maggio 1903).

IX. **Harper R. A.** — *Kernetheilung und freie Zellbildung im Ascus* (Jahrb. f. wis. Botanik; 1879; Bd. XXX).

X. **id.** — *Beiträge zur Kenntniss der Kerntheilung und Sporenbildung im Ascus;* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1895 (Bd. XIII).

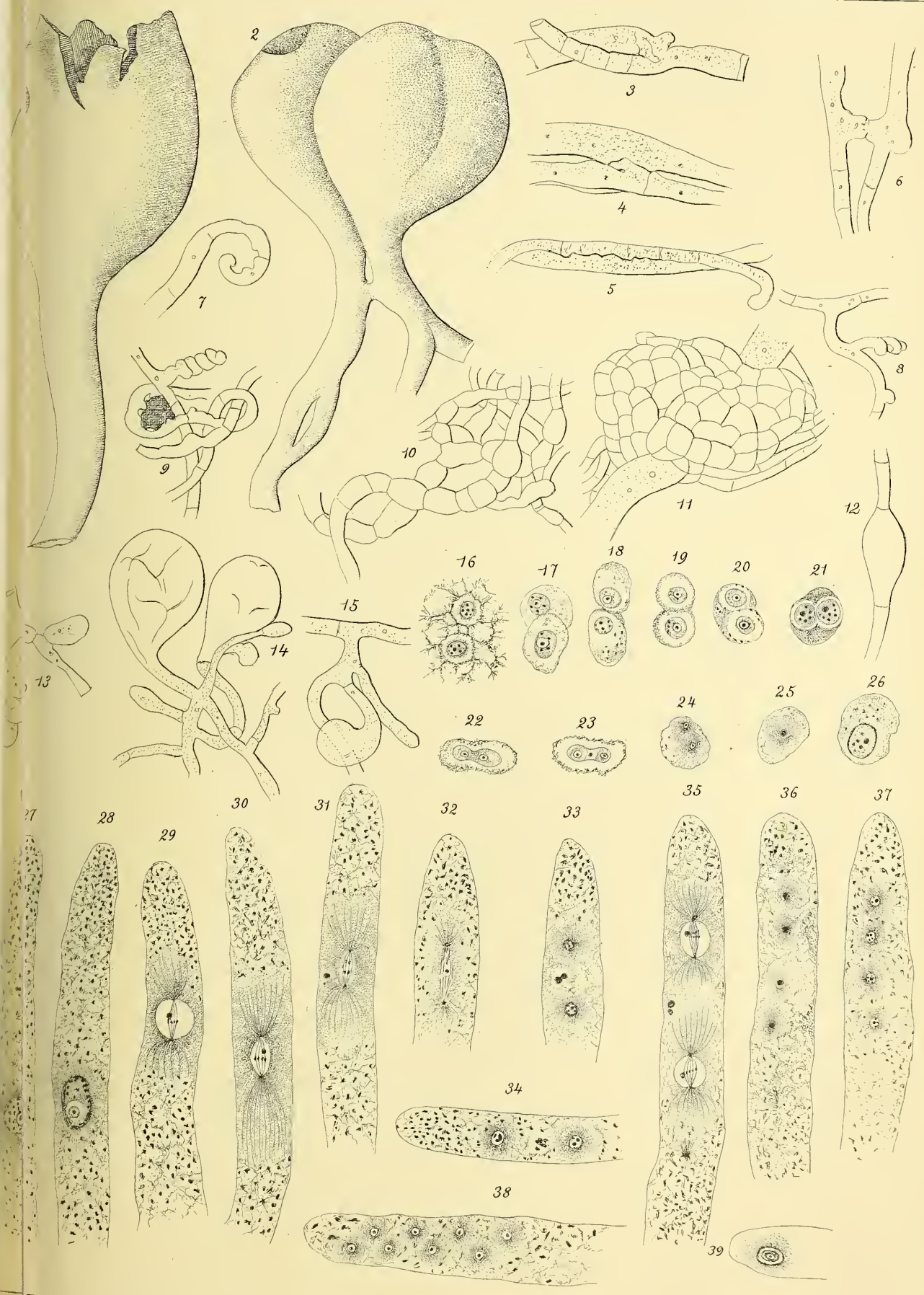
XI. **Strasburger E.** — *Ueber Reductionstheilung, Spindelbindung, Centrosomen und Cilienbildner in Pflanzenreich* (Jena 1900).

XII. **Wager H.** — *The sexuality of the Fungi* (Annals of Botany; Vol. III. N. LII; 1899).

XIII. **Zimmermann A.** — *Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes* (Jena, 1896).

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1 - 2 — Due forme di *Peziza ammophyla* (grandezza naturale).
» 3 - 6 — Vario modo di anastomosi delle ife.
» 7 - 9 — Ife che tendono a formare i gangli o noduli del piede.
» 11 — Un nodulo o ganglio micelico.
» 12-15 — Ife ad ampolla della base del concettacolo.
» 16-26 — Stadî successivi della fusione dei due nuclei, nel processo fecondativo, e conseguente costituzione della cellula madre dell' asco.
» 27-28 — Aschi giovani. In fig. 27 il nucleo è allo stato di riposo; in fig. 28 il nucleo si prepara alla prima divisione.
» 29 — Il nucleo è in via di divisione. I corpuscoli metacromatici sono sparsi nella parte basilare ed apicale dell' asco.
» 30-31 — Stadî successivi della prima divisione nucleare nell' asco; sparisce la membrana nucleare. In fig. 31 il nucleolo si trova immerso nel citoplasma dell' asco.
» 32 — I due nuclei provenienti dalla prima divisione.
» 33-34 — Come sopra, ma allo stato di riposo.
» 35-37 — Stadî successivi della seconda divisione nucleare.
» 38 — Stadio posteriore alla terza divisione.
» 39 — Spora in via di maturazione; formazione dell' esosporio.

Lit. Zurria - Catania

Laboratorio di Zoologia della R. Università di Catania.

ACHILLE RUSSO e GIOVANNI POLARA

Sulla secrezione interna delle cellule peritoneali della gonade del *Phyllophorus urna* (Grube) [1]

I processi di secrezione interna, per opera di varii ricercatori, sono già da più tempo conosciuti in molti loro particolari. I fatti da noi messi in luce però, che non trovano riscontro in altre precedenti osservazioni, oltre all' importanza speciale per la funzione di secrezione, assumono un' importanza più generale per ciò che riguarda specialmente il significato morfologico e funzionale degli elementi che compongono le *gonadi*. Tralasciando per ora le varie questioni, che si connettono alle nostre osservazioni, ad alcuna delle quali accenneremo in fine, premettiamo che le cellule peritoneali, che rivestono i ciechi genitali del *Phyllophorus*, per la loro peculiare struttura, richiamarono l'attenzione dei pochi osservatori, che si occuparono di questa Oloturia. Nessuno però ha dato a tali elementi il loro giusto valore sia morfologico che funzionale. Difatti, Jourdan (2), che descrisse nel 1883 gli organi genitali del *Phyllophorus*, nel rilevare la struttura istologica dei ciechi, dice che le cellule peritoneali sono cilindriformi, con contorni difficilmente distinguibili e contenenti globuli ialini bruni.

(1) Affinchè il lavoro resti diviso si dichiara che il Dott. Polara prese parte attiva in queste ricerche, attendendo specialmente alla manipolazione del materiale ed alla ricerca di una parte della Bibliografia.

(2) Jourdan — *Recherches sur l' histologie des Holothuries* — Annales du Musée d'hist. nat. de Marseille 1883.

Egli non dette alcuna importanza a tali elementi per la funzionalità della gonade, anzi ha erroneamente interpretato i globuli, che credette del pigmento. *(Ces globules pigmentaires contribuent sans doute à donner aux tubes testiculaires de Phyllophorus la coloration brune, qui les caracterise).*

Secondo lo stesso Jourdan, anche in *Cucumaria tergestina* le cellule peritoneali dei ciechi genitali sono allungate e contenenti globuli ialini. A differenza del *Phyllophorus* egli crede però che qui si tratti di cellule mucose, ammettendo anche che esista una differenza di struttura tra le cellule peritoneali dei ciechi femminili in confronto di quelli maschili.

Tale sviluppo degli elementi peritoneali dei ciechi genitali fu osservato da altri ricercatori in altre Oloturie: Hérouard (1) nel *Colochirus Lacazii* osservò, infatti, che l'epitelio peritoneale dei ciechi ovarici è molto alto, frastagliato e contenente dei globuli, sulla cui natura non si è pronunziato.

Hamann (2) osservò inoltre che nelle *Cucumaria* in generale tali elementi del peritoneo siano cilindrici, anzichè piatti come nelle altre Oloturie, però neanche questo osservatore, d' ordinario molto accurato nelle sue ricerche, ci ha lasciato dei dettagli molto notevoli.

*
* *

Nel *Phyllophorus*, da noi preso in esame, le cellule peritoneali dei ciechi si modificano bruscamente a misura che dal punto di sbocco nel gonodutto si va verso l' estremo opposto. Mentre in origine esso è pianeggiante e disposto in un solo strato, sulla superficie libera dei ciechi, sia maschili che femminili, diventa stratificato e con cellule molto grosse, più o meno cilindriche. I limiti di tali cellule sono molto difficili ad osservarsi, però,

(1) E. HÈROUARD—*Recherches sur les Holothuries de côtes de France*—Arch. de Zoologie exp. 1889.

(2) O. HAMANN—*Beiträge zur Histologie der Echinodermen.*—Heft. 1. Die Holothurien—Yena 1884.

con doppie colorazioni molto intense di *Ematossilina ed Eosina*, si possono scoprire molte particolarità. Quando le sezioni sono praticate perfettamente trasversali all' asse longitudinale del cieco, si possono distinguere due elementi, come si vede nella fig. 2ª, e cioè *le cellule di sostegno e le cellule glandulari*.

Le prime sono allungate, sottilissime, a forma quasi di filamento, che attraversa tutta la spessezza della lamina peritoneale, che è molto grossa, a causa delle cellule glandulari e del secreto da esse prodotto. I nuclei delle cellule di sostegno sono anche allungati, hanno contenuto reticolato e granuloso e sono per lo più situati verso l' esterno, come si può osservare nella fig. 4ª, dove furono rappresentati tre elementi isolati, o nella fig. 2ª e nella fig. 1ª, in cui furono schematicamente disegnate le cellule stesse in tutta la estensione del cieco.

Le cellule glandulari si trovano interposte fra le precedenti e disposte in più strati. Quelle più interne, come si vede nella fig. 2ª e nella fig. 5ª *a*, hanno forma allungata, quasi piriforme, con un peduncolo, che poggia su di uno strato esilissimo di connettivo, sotto del quale è uno strato di fibre muscolari circolare. Al di sopra delle cellule allungate sono cellule più piccole, di forma irregolare, quasi rotondeggiante, interposte sempre fra le cellule di sostegno, come si vede nella fig. 2ª e nella fig. 5ª *b*. Tutte le cellule glandulari elaborano nel protoplasma delle sostanze, che, sotto forma di globuli di differente grandezza, ne costituiscono quasi tutto il contenuto. Tali globuli si colorano uniformemente in azzurro o in rossastro, a seconda che si sia impiegato come colorante l' *Ematossilina* o il *Carminio*; alcuni di essi però presentano delle punteggiature nerastre o dei piccoli vacuoli rifrangenti, similmente a quanto si osserva nelle sferule vitelline elaborate dalle cellule dei *vitellogeni* nei *Platelminti*.

Il nucleo delle cellule glandulari si distingue da quello delle cellule di sostegno, essendo più piccolo, rotondeggiante o irregolare, uniformemente ed intensamente colorato e situato sempre verso la periferia di ciascun elemento.

Fra i globuli ialini elaborati dalle cellule peritoneali, alcuni sono molto grossi, altri invece sono esilissimi, come si può osservare nella fig. 6ª, in cui furono rappresentati tali globuli nelle loro differenti grandezze e nei loro diversi aspetti. I primi si osservano costantemente nelle cellule superficiali, ovvero nella parte clavata delle cellule piriformi, che, come si è detto, poggiano con il loro peduncolo sul connettivo; i globuli esilissimi invece si trovano costantemente nei peduncoli delle cellule su menzionate ovvero attorno ai globuli molto grandi. Tali piccoli globuli, ridotti in minutissime granulazioni, vengono espulse dalla cellula e passano nel connettivo sottostante, dove si accumulano, formando un coagulo granuloso o filamentoso. Il passaggio di tali corpi non è sempre facile ad osservarsi, come non è facile, per le speciali condizioni in cui vive l'animale, osservare o constatare sperimentalmente le modificazioni delle cellule secernenti, durante la loro attività, come si è fatto, ad es: nei Vertebrati, per dimostrare la secrezione interna nelle cellule intestinali od epatiche.

Ciò non ostante, spesso si può osservare che dalle cellule peritoneali piriformi, che poggiano con il loro peduncolo sul connettivo, filtra una sostanza più o meno jalina, che si unisce al coagulo accumulatosi precedentemente nello spazio schizocelico sottostante, come si vede nella fig. 2ª. Qualche volta si osserva anche che il coagulo, fuoriuscito dalle cellule piriformi, si accumula al di sopra della membrana basale, la quale in quei punti si solleva, formando un' ernia.

I coaguli occupano uno spazio ben delimitato nel connettivo interposto tra le cellule del peritoneo e le cellule germinali, formando un vero *schizocele*, talora larghissimo, che occupa tutta l' estensione del cieco, come si vede nella fig. 1ª.

Fra il coagulo raccolto in tale *spazio schizocelico* si trovano costantemente degli *elementi mesenchimatosi* liberi ovvero riuniti in *sincizi*, che hanno per funzione di trasportare in punti lontani i coaguli albuminoidei elaborati dalle cellule peritoneali.

Nelle sezioni dei ciechi femminili, per l'abbondante accumulo di coagulo, abbiamo osservato che la membrana connettivale, su cui poggiano le cellule germinali, è qua e là sollevata, formando delle estroflessioni. Queste talora sono molto sviluppate ed alla loro sommità si trova costantemente un gruppo di piccole uova, ovvero un *oocite* molto grosso. In tal caso, come si vede nella fig. 3ª, al di sotto dell' *oocite* è uno spazio molto ampio, occupato da coaguli e da numerosi *amebociti*, di cui alcuni sono addossati alla superficie dell'esilissima membrana connettivale, che fa da supporto all' *oocite* stesso. In questa figura si può anche osservare che il *vitello* presenta nella sua regione basale, con la quale, cioè, poggia sul connettivo, un grande spazio semilunare, largamente vacuolizzato, mentre il resto è compatto. Tale formazione vacuolizzata, con varii aspetti, è quasi costante in tutti gli *oociti* di media grandezza.

Tale struttura, messa in rapporto con la presenza di coaguli nutritizii raccolti al di sotto dell' ovo, attesta evidentemente che esso assorbe le sostanze elaborate dalle cellule peritoneali e che a loro spese cresce e si evolve.

Le cellule germinali, secondo noi, possono assorbire direttamente le sostanze sciolte, elaborate dagli elementi peritoneali, dappoichè esse sono solo separate da un' esilissima membrana connettivale, ma crediamo anche che gli *amebociti* abbiano in tale processo una grande importanza, sebbene non si possa direttamente valutarne la portata.

In tutti i ciechi abbiamo notato però che nello spazio interno, a differenza delle altre Oloturie, erano un grande numero di elementi linfoidi, destinati certamente al trasporto delle sostanze nutritizie, di cui alcuni addossati alla superficie delle ova.

Noi non abbiamo potuto avere dei ciechi con gli embrioni in via di sviluppo e perciò nulla possiamo dire della parte che gli amebociti prendono nel processo embrionale.

Da quanto abbiamo brevemente esposto crediamo poter conchiudere che le cellule peritoneali, che rivestono i ciechi geni-

tali del *Phyllophorus* si differenziino in *cellule di sostegno* ed in elementi di natura glandulare, i cui prodotti vengono versati nell' interno della gonade, dove si raccolgono in grande abbondanza in uno spazio di *natura schizocelica*, situato nel connettivo interposto tra la *lamina peritoneale* e gli elementi germinali. Tali prodotti vengono impiegati per lo sviluppo delle cellule sessuali e per la nutrizione dell' embrione, che, come si sa, in questa specie si sviluppa nel corpo dell' animale e propriamente nei ciechi femminili, fino a quando, cioè, non si sia formata la piccola Oloturia. (1)

*
* *

I fatti da noi posti in luce potrebbero essere messi a profitto per fare delle considerazioni sul valore dei cosidetti *falsi endotelî* in generale e sul significato delle *gonadi*, specialmente per ciò che riguarda la dibattuta questione se esse siano oppur no delle glandule.

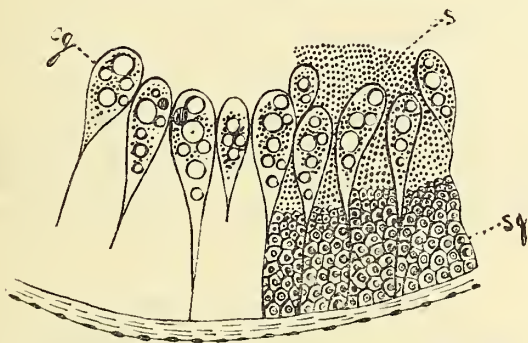
Il nostro reperto non lascia alcun dubbio a tale proposito, però esso dimostra con la maggiore evidenza che l' attività secretrice è limitata ad alcune cellule della gonade, le quali apprestano alle vere cellule sessuali i materiali necessarii per la loro evoluzione. Tale differenziazione, che noi riteniamo fondamentale per il concetto che si deve avere delle gonadi, trova riscontro nelle conoscenze attualmente acquisite nei varii ordini di animali inferiori, ma può essere esteso anche a forme superiori di Metazoi (Mammiferi), in cui indubbiamente le cellule della *granulosa* e del *disco proligero* hanno uno spiccato potere di secrezione.

Pur non ammettendo che alla *gonade* debba darsi in senso assoluto il valore di una glandula, ma considerando solo il modo

(1) Nelle sezioni di alcuni ciechi femminili abbiamo osservato delle forme simili ad una gastrula con invaginazione tipica, e perciò riteniamo che lo sviluppo dell'embrione avvenga nello interno dei ciechi. Per mancanza di materiale adatto non abbiamo esteso questa ricerca, che crediamo importante per lo studio comparato della *formazione placentale*.

come essa si evolve e si differenzia, riteniamo che la *via germinale* non sia così *pura*, come credono i Weismaniani, essendo essa inquinata da cellule, il cui destino è molto differente e che probabilmente hanno la loro importanza nella specializzazione degli elementi sessuali. (1)

Un raffronto molto interessante, che rischiara meglio la struttura della gonade del *Phyllophorus* e la natura glandulare dei suoi elementi peritoneali, ci viene offerto dal corrispondente organo degli Echinidi.

La struttura delle glandule genitali allo stato adulto di questi Echinodermi è poco conosciuta, perchè i dati che uno di noi (Russo) ha raccolto non sono stati ancora pubblicati. Da tali ricerche inedite rileviamo che sulla parete interna dei tubi sia ovarici che testicolari alcune cellule mesodermiche elaborano dei globuli, simili a quelli che sono elaborati dalle cellule peritoneali del *Phyllophorus*. Tali cellule di forma globosa circondano le ova, formando su di esse diversi strati, mentre sul testicolo sono piriformi e disposte a palizzata, come si vede nella qui annessa figura, limitando delle aree, in cui evolvono gli

Sezione di testicolo maturo di *Strongylocentrotus lividus*
cg) cellule glandulari, *s*) spermatozoi, *sg*) spermatogoni.

(1) Come si sa, il differenziamento delle gonadi avviene spesso molto precocemente nell'embrione, come ad es. nell'*Ascaris*, secondo il Boveri, nella *Moina*, secondo Grobben, nei *Selacei*, secondo Beard.

spermatogoni. Gli elementi secretori sono più evidenti nella gonade poco sviluppata, quando ancora il prodotto elaborato non è stato impiegato per la nutrizione degli elementi sessuali. Ciò osservasi specialmente nei testicoli, nei quali, allo stato adulto, per l'enorme massa degli spermatozoi, le cellule glandulari sono visibili soltanto impiegando speciali fissatori. (1)

---

(1) Il fissatore impiegato, che ha messo in evidenza meglio di tanti altri, gli elementi glandulari è il seguente: *Cloroplatinato di sodio* 1 % — cm^3 15
Acido osmico sol. acquosa 1 % — » 5
Acido formico: una o due gocce

Catania, Dicembre 1904.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE DELLA TAVOLA

Lettere comuni a tutte le figure

a) amebociti
c) strato connettivale su cui poggiano le cellule sessuali
c g s) cellule glandulari superficiali
c g b) cellule glandulari piriformi
c s) cellule di sostegno
c g m) cellule sessuali maschili
c p) cellule peritoneali
g) globuli elaborati dalle cellule glandulari
m c) strato muscolare a fibre circolari
n c) nuclei connettivali
n f) nuclei del follicolo ovarico
o) oocite
o^1) ova neoformate
o p) giovani oociti
v c) vitello compatto
v v) vitello vacuolizzato
v g) vescicola germinativa
s s) spazio schizocelico contenente coaguli ed amebociti.

Fig. 1. — Sezione trasversa di un cieco ovarico. La membrana peritoneale è schematizzata. Lo spazio schizocelico contenente i coaguli si estende per tutta l' estensione del cieco. Zeiss $\frac{oc.\ comp.\ 6}{obb.\ 8{,}0\ mm.}$

Fig. 2. — Sezione trasversa di un cieco maschile per mostrare la disposizione delle cellule glandulari e di sostegno nel peritoneo, e lo spazio schizocelico con i coaguli che si originano dalla base delle cellule piriformi. Zeiss $\frac{oc.\ c.\ 6}{obb.\ 160\ mm.}$

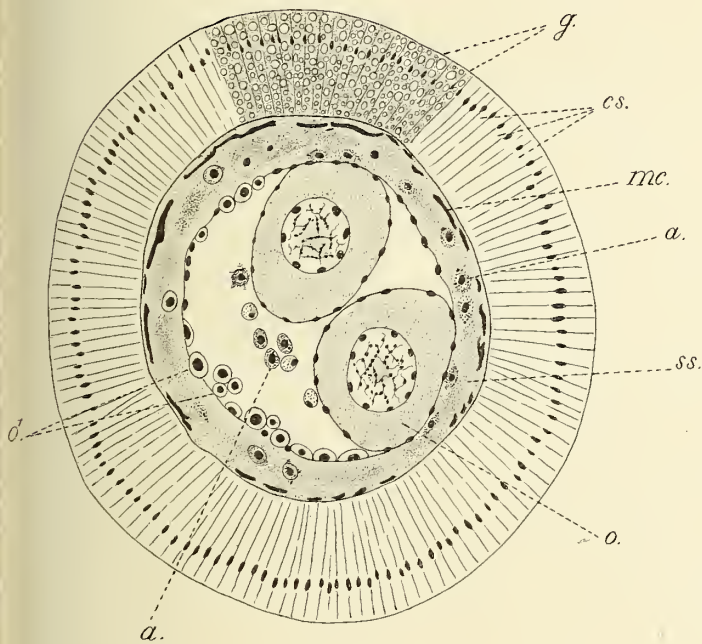
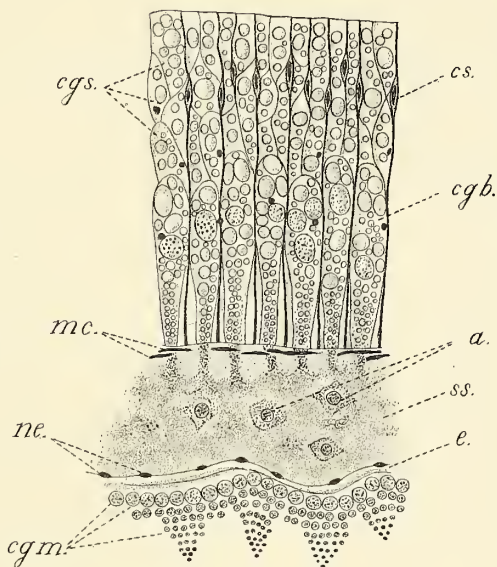
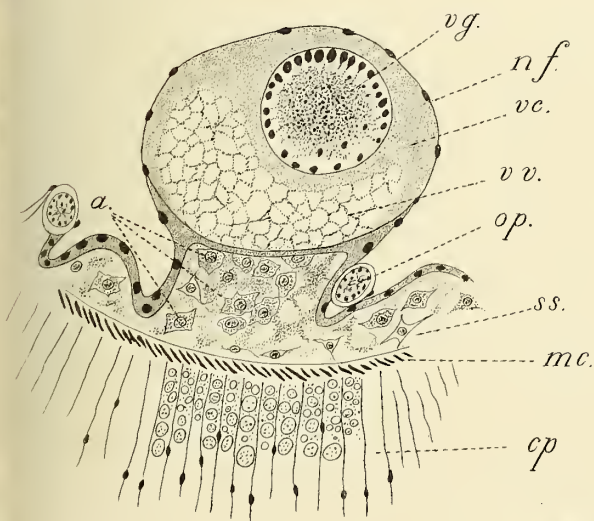
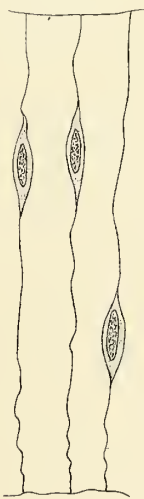
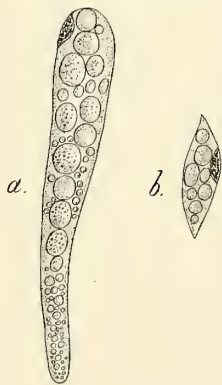
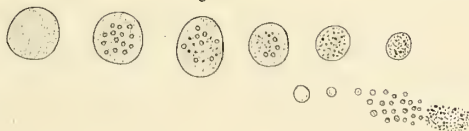
Fig. 3. — Sezione trasversa di un cieco femminile, in cui si osserva un grosso *oocite* posto alla sommità di uno spazio connettivale, pieno di coaguli e di amebociti. Questi sono addossati alla superficie inferiore dell' ovo, in cui si distingue un vitello compatto ed uno vacuolizzato. $\frac{oc.\ comp.\ 6}{obb.\ 160\ mm}$

Fig. 4. — Cellule di sostegno isolate. $\frac{oc.\ comp.\ 6}{obb.\ im.\ om.\ 1/16}$

Fig. 5. — Cellule glandulari: *a*) della base o piriformi, *b*) superficiali. $\frac{oc.\ c.\ 6}{obb.\ im.\ om.\ 1/16}$

Fig. 6. — Globuli contenuti nelle cellule glandulari ed aventi differente struttura e dimensione. $\frac{oc.\ comp.\ 6}{obb.\ im.\ om.\ 1/16}$

Rus. Albergo dis.

Battisti lit. Roma Via Depretis 92.

Su alcune nuove applicazioni dei metodi di Picard e di Riemann alla teoria delle equazioni alle derivate parziali

Memoria di GUIDO FUBINI

Il metodo di Riemann, esposto dal Darboux (1) per le equazioni a derivate parziali di tipo iperbolico in due variabili indipendenti, fu esteso ad altre equazioni più generali dai Sigg. Bianchi, (2) Niccoletti (3) Delassus (4) Holmgren (5). In un altro senso fu esteso da Le Roux (6) ; per altri tipi di equazioni alle derivate parziali detto metodo fu generalizzato dal Prof. Volterra (7), i cui risultati furono semplificati e generalizzati dai Sigg. Tedone, Coulon, D'Adhémar. Io mi sono proposto di trovare nuove classi di equazioni alle derivate parziali, cui si possa estendere il metodo di Riemann, convenientemente modificato, e completato dal metodo delle approssimazioni successive di Picard. In questa Memoria mi occuperò di alcuni primi risultati di queste ricerche ; più precisamente mi occuperò di quelle equazioni lineari alle derivate parziali $F(u) = 0$, in cui l'insieme

(1) Téorie des surfaces, T. II. Chap. IV.

(2) Rendiconti dei Lincei 1895.

(3) Rendiconti Lincei 1895 — Atti della R. Accademia delle Scienze di Napoli 1897.

(4) Annales de l' Ècole Normale Supérieure 1895 (Supplément).

(5) Stokholm; Arkiv för Matem. Astron. och Fysik 1904.

(6) Ann. de l'Ècole Norm. Supér. 1895 ; Journal des Mathématiques 1898-1900.

(7) Acta Mathematica Bd 18 (Sur les vibrations ecc.)

dei termini di ordine massimo in $F(u)$ si può considerare come risultato del prodotto simbolico di più trasformazioni infinitesime. Troveremo che ad ampie classi di cotali equazioni i metodi di Riemann e Picard sono ancora applicabili. Naturalmente non mi occuperò di tutti i particolari del metodo, accontentandomi soltanto di porre bene in rilievo i fatti nuovi che si presentano; e supporrò perciò nota al lettore almeno la citata Memoria del Prof. Niccoletti. Mi restringerò al caso di tre variabili, sia per ragioni di semplicità, sia per ragioni tipografiche.

§ 1. Le equazioni, di cui noi ci occuperemo, saranno del tipo

$$F(u)=\sum_{r_1=0}^{\tau_1} \ldots \sum_{r_m=0}^{\tau_m} b_{r_1 r_2 \ldots r_m} X_1^{r_1} X_2^{r_2} \ldots X_m^{r_m}(u)=0, \tag{1}$$

dove $b_{\tau_1 \tau_2 \ldots \tau_m}=1$, le altre b sono funzioni regolari delle variabili indipendenti x_1, x_2, x_3, insieme a tutte quelle loro derivate, che occorrerà considerare. Le X_1, X_2, ... X_m sono trasformazioni infinitesime; e precisamente porremo

$$X_i=a_{i1}\frac{\partial}{\partial x_1}+a_{i2}\frac{\partial}{\partial x_2}+a_{i3}\frac{\partial}{\partial x_3} \qquad (i,=1,\ 2,\ \ldots\ m)$$

dove le a sono funzioni regolari delle x, insieme a tutte quelle loro derivate, che occorrerà considerare. Infine τ_1, τ_2, ..., τ_m sono numeri intieri positivi, differenti da zero, la cui somma indicherò con τ.

Parleremo prima di un caso specialmente semplice, riservandoci di esaminare in seguito in quali altri casi più generali i nostri procedimenti continuano ad essere applicabili. Supporremo cioè che le X_i siano a due a due permutabili, e a tre a tre linearmente indipendenti. In questo caso, con un cambiamento di variabili indipendenti, potremo immaginare che le X_i sieno del tipo

$$X_i=a_{i1}\frac{\partial}{\partial x_1}+a_{i2}\frac{\partial}{\partial x_2}+a_{i3}\frac{\partial}{\partial x_3} \qquad (i,=1,\ 2,\ldots,\ m)$$

dove le a_{ik} sono costanti e dove

$$a_{11} = a_{22} = a_{33} = 1, \quad a_{12} = a_{23} = a_{13} = a_{31} = a_{23} = a_{32} = 0.$$

Nessuna delle a_{ik} $(i > 3)$ può essere nulla; chè, se p. es. $a_{41} = 0$, allora le X_2, X_3, X_4, sarebbero linearmente dipendenti. Non si diminuisce la generalità dei risultati, supponendo che le a_{ik} $(i > 3)$ siano positive. Qualche volta poi, per semplicità di notazione scriverò:

$$\frac{\partial}{\partial t_i} = a_{i1} \frac{\partial}{\partial x_1} + a_{i2} \frac{\partial}{\partial x_2} + a_{i3} \frac{\partial}{\partial x_3}$$

Non ci occuperemo dapprima dei teoremi di « *esistenza* », e ci volgeremo senz' altro al metodo di Riemann: esso ci dirà quali sono i teoremi di *esistenza*, che noi dobbiamo dimostrare. Troveremo che il metodo di Riemann è sempre applicabile alle equazioni del tipo precedente, purchè le $b_{r_1 \dots r_m}$ sieno legate da certe equazioni, che determineremo in seguito, e che chiameremo *condizioni di Riemann*. Indicheremo con $\Phi\ (v)$ il polinomio aggiunto a $F\ (u)$: quel polinomio cioè, che contiene linearmente una funzione v e le sue derivate, e che gode della proprietà che sia identicamente

$$v\ F\ (u) - u\ \Phi\ (v) = \frac{\partial L_1}{\partial x_1} + \frac{\partial L_2}{\partial x_2} + \frac{\partial L_3}{\partial x_3} \tag{3}$$

dove le L_i sono funzioni lineari tanto nella u e nelle sue derivate, quanto nella v e nelle sue derivate.

L' espressione $\Phi\ (v)$ è nel caso attuale data da una formola del tipo:

$$\Phi\ (v) = \sum_{r_1=1}^{\tau_1} \sum_{r_2=2}^{\tau_2} \dots\dots \sum_{r_m=1}^{\tau_m} c_{r_1\, r_2 \dots r_m}\ X_1^{r_1}\ X_2^{r_2} \dots\dots X_m^{r_m}\ (v) \tag{1bis}$$

dove le c sono funzioni regolari nelle x (Cfr. Niccoletti loc. cit.). Indicheremo con $\Phi_{1\,2\,3}^{r_1 r_2 r_3}$ quell' espressione, che si ottiene, sepa-

rando da $\Phi\ (v)$ tutti i termini che contengono la derivata $\dfrac{\partial^{r_1+r_2+r_3} v}{\partial x_1^{r_1}\,\partial x_2^{r_2}\,\partial x_3^{r_3}}$, e le sue derivate, e sostituendo v al posto di quella derivata (Bianchi e Niccoletti loc. cit.). Scriveremo poi $\Phi_1^{r_1}$ $\Phi_{12}^{r_1 r_2}$ ecc. al posto di $\Phi_{123}^{r_1 00}$ $\Phi_{123}^{r_1 r_2 0}$ ecc. Avremo

$$L_1 = Z_1 + \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial z_2} Z_{12} + \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x_3} Z_{13} + \frac{1}{3}\frac{\partial^2}{\partial x_2\,\partial x_3} Z_{123}$$

e analoghe, dove si è posto

$$Z_1 = \sum_{r_1=1}^{\tau-\tau_2-\tau_3} (-1)^{r_1} \frac{\partial^{r_1-1} u}{\partial x_{r_1-1}} \Phi_1^{r_1}\ (v)$$

$$Z_{123} = \sum_{r_1=1}^{\tau-\tau_2-\tau_3}\ \sum_{r_2=1}^{\tau-\tau_1-\tau_3} (-1)^{r_1+r_2} \frac{\partial^{r_1+r_2-2} u}{\partial x_1^{r_1-1}\ \partial x_2^{r_2-1}} \Phi_{12}^{r_1 r_2}\ (v)$$

$$Z_{123} = \sum_{r_1-1}^{\tau-\tau_1-\tau_3}\ \sum_{r_2=1}^{\tau-\tau_1-\tau_3}\ \sum_{r_3=1}^{\tau-\tau_2-\tau_1} (-1)^{r_1+r_2+r_3} \frac{\partial^{r_1+r_2+r_3-3} u}{\partial x_1^{r_1-1}\ \partial x_2^{r_2-1}\ \partial x_3^{r_3-1}} \Phi_{123}^{r_1 r_2 r_3}\ (v) \text{ ecc.}$$

Sia ora Σ una superficie qualunque; e sia R una regione tale che le rette uscenti da un qualunque punto A di R coi coseni di direzione proporzionali ad a_{i1}, a_{i2}, a_{i3} incontrano Σ in un punto e in un punto soltanto. Sia dS l' elemento di volume del tetraedro a base curvilinea che ha un vertice in A, le faccie parallele ai piani coordinati e la base su Σ; ne siano A_1, A_2, A_3 gli altri tre vertici, intersezione di Σ con le rette uscenti da A parallelamente alle rette coordinate. Per le ipotesi fatte le rette uscenti da A coi coseni direttori proporzionali ad a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, $(i = 4,\ 5.....)$ incontrano Σ in punti A_i interni al triangolo curvilineo $A_1\ A_2\ A_3$. Supponiamo che u, v siano funzioni integrali delle equazioni $F\ (u) = 0$, $\Phi\ (v) = 0$. Il primo membro di (2)

sarà nullo; tale sarà quindi anche il secondo, e in particolare sarà:

$$I = \int \left(\frac{\partial L_1}{\partial x_1} + \frac{\partial L_2}{\partial x_2} + \frac{\partial L_3}{\partial x_3} \right) dS = 0$$

Supporremo ora lecito integrare per parti; potremo quindi con poche modificazioni applicare il metodo di Riemann al modo di Bianchi-Niccoletti. Supporremo che la v sul piano $x_i = 0$ soddisfi alle equazioni

$$\Phi_i^{r_i}(v) = 0 \quad (r_i \leq \tau + \tau_i - \tau_2 - \tau_3 - \tau_1) \qquad \text{per } x_i = 0 \ (i = 1, 2, 3) \quad (A)$$

e sugli assi $x_i = x_k = 0$ soddisfi alle

$$\Phi_{ik}^{r_i r_k}(v) = 0 \ (r_i \leq \tau + \tau_i - \tau_1 - \tau_2 - \tau_3) \ (r_k \leq \tau + \tau_k - \tau_1 - \tau_2 - \tau_3)$$

$$\text{per } x_i = x_k = 0 \ (i, k = 1, 2, 3) \quad (A')$$

cosicchè si abbia $Z_i = 0$ per $x_i = 0$ e si abbia pure $Z_{ik} = 0$ per $x_i = x_k = 0$. Più avanti studieremo la portata di queste condizioni, e le conseguenze, che se ne possono ricavare per la v. Per il momento supponiamo la v nota in tutto S. Indichiamo con σ_1, σ_2, σ_3 le aree dei triangoli a base curva AA_2A_3, AA_1A_3, AA_1A_2 e con ν la direzione normale a Σ. La (3) per le ipotesi fatte diventa

$$(4) \quad -I = \int L_1 \, d\sigma_1 + \int L_2 \, d\sigma_2 + \int L_3 \, d\sigma_3 +$$

$$+ \int (L_1 \cos \nu x_1 + L_2 \cos \nu x_2 + L_3 \cos \nu x_3) \, d\Sigma = 0$$

Studieremo successivamente i termini del secondo membro.

Osserviamo intanto che l' ultimo termine si può considerare come noto, se noi sulla Σ supponiamo conosciuta la u e le sue derivate di ordine $1, 2, \ldots, \tau - 1$. Studiamo perciò soltanto uno dei primi tre termini, p. es. studiamo il termine $\int L_1 \, d\sigma_1$. Ciò che diremo per esso si potrà ripetere per gli altri due

$\int L_2\, d\sigma_2$, $\int L_3\, d\sigma_3$. Intanto, essendo $Z_1 = 0$ sul piano σ_1, avremo che

$$\int L_1\, d\sigma_1 = \frac{1}{2}\int_{\sigma_1} \left\{ \frac{\partial}{\partial x_2}\left(Z_{12} + \frac{1}{3}\frac{\partial}{\partial x_3} Z_{123}\right) + \frac{\partial}{\partial x_3}\left(Z_{13} + \frac{1}{3}\frac{\partial}{\partial x_2} Z_{123}\right)\right\} dx_2\, dx_3$$

E con una nuova integrazione per parti noi potremo trasformare il secondo membro di questa uguaglianza in un integrale esteso al contorno di $AA_2\, A_3$, ossia lo potremo trasformare nella somma di tre integrali: l'uno è (a meno di un fattore numerico) uguale a $\int_A^{A_2}\left(Z_{13} + \frac{1}{3}\frac{\partial}{\partial x_2} Z_{123}\right)dx_2$; l'altro è un integrale analogo esteso al segmento AA_3, il terzo è un integrale esteso al lato curvo $A_2\, A_3$. Quest'ultimo integrale si può considerare come noto, poichè noi supponiamo noti i valori della u e delle sue derivate di ordine 1, 2,...,τ—1 su Σ; il primo integrale (essendo $Z_{13} = 0$ sul segmento AA_2) è uguale alla differenza dei valori di $^1/_3\, Z_{123}$ nei punti A, A_2; il secondo integrale è uguale analogamente alla differenza dei valori di $\frac{1}{3}\, Z_{123}$ nei punti A, A_3.

Per la solita ragione, la quantità Z_{123} si può considerare come nota nei punti A_2, A_3; e quindi, concludendo, l' integrale $\int L_1\, d\,\sigma_1$ è la somma di due quantità: l' una, che si può considerare come conosciuta; l' altra, che è uguale al valore di $\frac{1}{3}\, Z_{123}$ nel punto A.

Ripetendo analoghi ragionamenti per gli integrali $\int L_2\, d\,\sigma_2$, $\int L_3\, d\,\sigma_3$ avremo che l'equazione (4) si può scrivere:

$$0 = Z_{123}\,(A) + H \tag{5}$$

dove con $Z_{123}\,(A)$ indico il valore di Z_{123} nel punto A, e con H indico una quantità nota, in virtù dei valori noti per la u e le sue derivate di ordine 1, 2,....,τ—1 su Σ.

Questa equazione (5) è la equazione fondamentale della teoria.

§ 2. Prima di procedere oltre nell'esporre il metodo di Riemann, è opportuno soffermarci su quanto dicemmo nel § 1, completando e precisando le nostre asserzioni per mezzo del metodo delle approssimazioni successive di Picard.

Anzitutto noi cominceremo dall' osservare che noi supponemmo note su Σ la u e le sue derivate di ordine 1, 2,...., $\tau-1$ Ma ora noi ci chiediamo: Si possono scegliere a piacere su Σ i valori della u e di queste sue derivate? Si può dimostrare appunto che questi valori si possono dare ad arbitrio (purchè naturalmente siano scelti in modo *compatibile*) (*) e che sempre esiste in R un integrale u della equazione $F(u) = 0$, finito e continuo insieme a tutte le derivate che occorre considerare, in guisa che su Σ esso e le sue derivate di ordine 1,2,...., $\tau-1$ assumano i valori prefissati. La dimostrazione si ottiene col solito metodo delle approssimazioni successive. Posto

$$F(u) = F_1(u) - F_2(u)$$

dove è $F_1(u) = X_1^{\tau_1} \dots\dots X_m^{\tau_m}(u)$, scriveremo

$$u = u_0 + u_1 + u_2 + \dots\dots\dots$$

dove $F_1(u_0) = 0$, $F_1(u_i) = F_2(u_{i-1})$ $(i \geq 1)$ in R, e dove su Σ la u_0 e le sue derivate di ordine 1, 2,...., $\tau-1$ assumono i valori prefissati, mentre le u_i $(i \geq 1)$ e le loro derivate di ordine 1, 2,...., $\tau-1$ si annullano su Σ. Costruiamo in R una funzione φ; questa funzione, e le sue derivate di ordine 1, 2,...., $\tau-1$ prendano su Σ i valori prefissati; poniamo poi $u_0 = \varphi + \psi$. Per determinare u_0, basterà costruire una funzione ψ, che su Σ si annulli, insieme alle derivate di ordine 1, 2, ..., $\tau - 1$ e che in S soddisfi alla equazione $F_1(\psi) = - F_1(\varphi)$.

(*) Ciò equivale a dire che si possono prefissare ad arbitrio su Σ i valori della u e delle sue derivate normali di ordine 1, 2, ..., $\tau - 1$.

Osserviamo che il valore nel punto generico A di R di una funzione λ, che in R soddisfa alla condizione:

$$F_1(\lambda) = \mu(x_1, x_2, x_3) \tag{8}$$

(dove μ è una funzione di x_1, x_2, x_3) e che su Σ si annulla insieme alle derivate di ordine 1, 2,......, $\tau - 1$ è dato da

$$\lambda = \int_{A_1}^{A} dt_1 \int_{A_1}^{A} dt_1 .... \int_{A_1}^{A} dt_1 \int_{A_2}^{A} dt_2 .... \int_{A_2}^{A} dt_2 .... \int_{A_m}^{A} dt_m .... \int_{A_m}^{A} \mu \, dt_m \tag{9}$$

dove il segno d' integrazione

$$\int_{A_i}^{A} dt_i$$

è ripetuto τ_i volte. Col simbolo $\int_{A_i}^{A} f(x_1, x_2, x_3)\, dt_i$ ho indicato l' integrale

$$\int_0^{t_i^0} f(x_1^{(i)} + a_{i1} t_i, x_2^{(i)} + a_{i2} t_i, x_3^{(i)} + a_{i3} t_i)\, dt$$

dove con $x_1^{(i)}$, $x_2^{(i)}$, $x_3^{(i)}$ indico le coordinate del punto A_i, e con t_i^0 indico quella quantità tale, che $x_1^{(i)} + a_{i1} t_i^0$, $x_2^{(i)} + a_{i2} t_i^{(0)}$, $x_3^{(i)} + a_{i3} t_i^0$ sieno uguali alle coordinate x_1, x_2, x_3 del punto A. Se si vuole poi trovare la $X_1^{r_1} X_2^{r_2} .... X_m^{r_m} (\lambda)$ $(r_i \leq \tau_i)$ basterà sopprimere nella (7) r_1 segni d' integrazione rispetto t_1, r_2 segni di integrazione rispetto a t_2, ecc.

Posto questo, la determinazione delle successive u_i, e la dimostrazione della convergenza uniforme della Σu_i procede in modo affatto analogo a quello che si seguirebbe, quando si volesse applicare il metodo delle approssimazioni successive all'integrazione dell' equazione

$$\Sigma\, b_{r_1 ...... r_m} \frac{\partial^{r_1 + ... + r_m} u}{\partial t_1^{r_1} ..... \partial t_m^{r_m}} = 0 \quad (r_i \leq \tau_i)$$

dove le t fossero considerate come variabili indipendenti, e dove la u e le $\dfrac{\partial^{r_1 + ... + r_m} u}{\partial t_1^{r_1} .... \partial t_m^{r_m}}$

$(r_1 \leq \tau_1, r_2 \leq \tau_2, \ldots, r_{k-1} \leq \tau_{k-1}; r_k < T_k; r_{k+1} \leq \tau_{k+1}, \ldots, r_m \leq \tau_m)$

dovessero annullarsi per $t_k = 0$ $(k = 1, 2, \ldots; m)$,

È così senz' altro dimostrato il teorema di *esistenza*:

Scelti su Σ, *in modo compatibile, i valori della* u *e delle sue derivate di ordine* 1, 2,...., τ—1, *esiste in* R *un integrale* u *della* F (u) = 0, *che su* Σ *soddisfa alle condizioni imposte.*

Posto questo, passiamo alla funzione v; la funzione v sui piani e sugli spigoli del triedro A (A_1, A_2, A_3) deve soddisfare alle condizioni (A), (A') e nell' interno del triedro deve essere un integrale dell' equazione Φ $(v) = 0$; infine essa deve essere tale che si possa applicare l' integrazione per parti all' integrale

$$\int \left(\frac{\partial L_1}{\partial x_1} + \frac{\partial L_2}{\partial x_2} + \frac{\partial L_3}{\partial x_3} \right) dS.$$

Noi dovremo esaminare a una a una le precedenti condizioni che sono imposte alla v, e cominceremo anzitutto dallo studiare le equazioni (A), (A') cui essa deve soddisfare sulle faccie piane e sugli spigoli rettilinei del tetraedro $A A_1 A_2 A_3$. Queste equazioni sono in generale incompatibili: non può cioè in generale esistere nel tetraedro $A A_1 A_2 A_3$ una funzione γ non nulla, finita e continua insieme alle derivate che occorre considerare, la quale soddisfi alle equazioni predette.

Noi supporremo d' ora in poi che ciò non avvenga per le equazioni F $(u) = 0$, che noi considereremo.

Noi supporremo cioè che esista una funzione γ finita e continua (con le sue derivate) che sulle faccie e sugli spigoli del tetraedro soddisfi alle volute condizioni senza essere nulla nel punto A. Ciò porta a delle equazioni, tra i coefficienti $c_{r_1 \ldots r_m}$ di Φ (v), o, ciò che è lo stesso, tra i coefficienti $b_{r_1 \ldots r_m}$ di F (u); noi supporremo d' ora in avanti soddisfatte queste equazioni. A esse daremo il nome di « condizioni di Riemann ». Per maggiore chiarezza studieremo due esempii:

I⁰) Sia $m = 4$, $\tau_i = 1$ $(i \leq 4)$; potremo evidentemente sup-

porre $a_{41} = a_{42} = a_{43} = 1$. Scriviamo, per semplicità di notazione, il polinomio Φ sotto la forma:

$$\Phi(v) = \frac{\partial^4 v}{\partial x\, \partial y\, \partial z\, \partial t} + \lambda \frac{\partial^3 v}{\partial t\, \partial y\, \partial z} + \mu \frac{\partial^3 v}{\partial t\, \partial x\, \partial z} + \nu \frac{\partial^3 v}{\partial t\, \partial x\, \partial y} + \varepsilon \frac{\partial^3 v}{\partial x\, \partial y\, \partial z} +$$

$$+ A \frac{\partial^2 v}{\partial x\, \partial t} + B \frac{\partial^2 v}{\partial y\, \partial t} + C \frac{\partial^2 v}{\partial z\, \partial t} + a \frac{\partial^2 v}{\partial y\, \partial z} + b \frac{\partial^2 v}{\partial z\, \partial x} + c \frac{\partial^2 v}{\partial x\, \partial y}$$

$$+ p \frac{\partial v}{\partial x} + q \frac{\partial v}{\partial y} + r \frac{\partial v}{\partial z} + t\, v = 0$$

dove λ, μ, ν ε, A, B, C, a, b, c, p, q, r, t sono funzioni regolari delle variabili indipendenti x, y, z e dove è $\frac{\partial}{\partial t} = X_4 = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z}$ Sul piano $x = 0$, la γ dovrebbe soddisfare alle condizioni:

$$(\alpha)\; \Phi_1^1(\gamma) = \frac{\partial^3 \gamma}{\partial t\, \partial y\, \partial z} + \lambda \frac{\partial^2 \gamma}{\partial x\, \partial z} + \mu \frac{\partial^2 \gamma}{\partial z\, \partial t} + \nu \frac{\partial^2 \gamma}{\partial y\, \partial t} + \varepsilon \frac{\partial^2 \gamma}{\partial y\, \partial z} +$$

$$+ A \frac{\partial \gamma}{\partial t} + (C + b) \frac{\partial \gamma}{\partial z} + (B + c) \frac{\partial \gamma}{\partial y} + p\, \gamma = 0$$

$$(\beta)\; \Phi_1^2(\gamma) = \frac{\partial^2 \gamma}{\partial y\, \partial z} + \mu \frac{\partial \gamma}{\partial z} + \nu \frac{\partial \gamma}{\partial y} + A\, \gamma = 0$$

Ad analoghe equazioni la γ deve soddisfare sui piani $y=0$, $z=0$.

Sull' asse delle z la γ deve soddisfare alle:

$$(\gamma)\; \Phi_{11}^{11} = \left(\frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z}\right) \frac{\partial \gamma}{\partial z} + (\lambda + \mu + \nu + \varepsilon) \frac{\partial \gamma}{\partial z} + \nu \frac{\partial \gamma}{\partial x} + \nu \frac{\partial \gamma}{\partial y} +$$

$$+ (A + B + c)\, \gamma = 0;\quad \Phi_{12}^{21} = \Phi_{12}^{12} = 0.$$

Queste due ultime equazioni danno concordemente:

$$(\delta)\quad \frac{\partial \gamma}{\partial z} + \nu\, \gamma = 0$$

(sull' asse delle z).

Analoghe equazioni valgono sugli assi delle x, y,

La (δ) ci determina il valore di γ su tutti i punti del

segmento AA_3, quando sia noto il valore di γ nel punto A. L' equazione (γ) diventa

$$\frac{\partial^2 \gamma}{\partial z^2} + (\nu + \varepsilon) \frac{\partial \gamma}{\partial z} + c\,\gamma = 0 \qquad (\varepsilon)$$

quando al posto di $\frac{\partial^2 \gamma}{\partial y\,\partial z}$, $\frac{\partial^2 \gamma}{\partial x\,\partial z}$ si sostituiscano i valori, che vengono dati dalle equazioni $\Phi_1^2 = \Phi_2^2 = 0$; le quali equazioni, valendo rispettivamente nei piani $x=0$, $y=0$ continuano a valere anche sull' asse delle z. La (ε) poi in virtù della (δ) diventa

$$\left(c - \varepsilon\,\nu - \frac{\partial \nu}{\partial z}\right) \gamma = 0 \qquad (\lambda) \qquad \text{(sull' asse delle } z)$$

Ora, poichè in virtù della (δ) e delle equazioni analoghe si sanno determinare i valori di γ sui segmenti AA_1, AA_2, AA_3, le equazioni (β) permetteranno di determinare la γ entro le aree piane $AA_1\,A_2$, $AA_2\,A_3$, $AA_3\;A_1$. Ne verranno così in particolare determinati i valori della $\frac{\partial \gamma}{\partial x}$ sugli assi delle z e della y.

La equazione (α), che si può scrivere sotto la forma:

$$\frac{\partial^2}{\partial z \partial y}\left(\frac{\partial \gamma}{\partial x}\right) + \mu \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial \gamma}{\partial x}\right) + \nu \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial \gamma}{\partial x}\right) + A \frac{\partial \gamma}{\partial x} +$$

$$+ \frac{\partial^3 \gamma}{\partial y^2 \partial z} + \frac{\partial^3 \gamma}{\partial y \partial z^2} + (\lambda + \mu + \nu + \varepsilon) \frac{\partial^2 \gamma}{\partial y \partial z} + \mu \frac{\partial^2 \gamma}{\partial z^2} + \nu \frac{\partial^2 \gamma}{\partial y^2} +$$

$$+ (A + B + c) \frac{\partial \gamma}{\partial y} + (A + C + b) \frac{\partial \gamma}{\partial z} + p\,\gamma = 0$$

ci permetterà quindi di determinare $\frac{\partial \gamma}{\partial x}$ sulla faccia $AA_2\;A_3$ del nostro tetraedro.

Considerazioni analoghe valgono per le altre faccie.

In conclusione perciò le nostre equazioni determinano i valori della γ e della derivata normale sulle tre faccie piane del tetraedro. E queste equazioni saranno compatibili, allora e allora soltanto che sull' asse delle z valga la (λ) e sugli assi

delle x, y valgono equazioni analoghe. Ora, poichè la γ non è nulla in A, la γ non sarà (in virtù dell' equazione δ) neppur nulla su tutto il segmento AA_3 e quindi la (λ) ci dice che su questo segmento deve essere $c - \varepsilon\, \nu - \frac{\partial \nu}{\partial z} = 0$. Poichè ora A è un punto generico di R, avremo che dovrà essere identicamente

$$c = \varepsilon\, \nu + \frac{\partial \nu}{\partial z} \tag{10}$$

e analogamente

$$a = \varepsilon\, \lambda + \frac{\partial \lambda}{\partial x} \tag{10'}$$

$$b = \varepsilon\, \mu + \frac{\partial \mu}{\partial y} \tag{10''}$$

Queste sono, (per le equazioni differenziali considerate in questo esempio) le condizioni, cui io ho dato nome di condizioni di Riemann: quelle condizioni cioè, che esprimono non essere contradditorie le (A), (A'). Un caso notevole, in cui esse sono soddisfatte è quello, in cui $\lambda = \mu = \nu = a = b = c = 0$.

II.) Tratterò ora un altro esempio. Sia

$$F\,(u) = X_1\, X_2 \ldots X_m\, (u) + Mu = 0$$

dove le X_i sono le solite trasformazioni infinitesime, ed M è una funzione di x, y, z, regolare nel campo, che si considera. Se noi consideriamo le equazioni $\Phi_i^{r_i}\, (\psi) = \Phi_{ik}^{r_i r_k} = 0$, troviamo tosto che esse sono soddisfatte senz' altro, supponendo che γ sia uguale all' unità sui triangoli piani AA_2A_3, AA_3A_1, AA_1A_2 e che le sue derivate normali di ordine 1, 2,...., m—3 siano nulle sugli stessi piani: le quali condizioni non sono contradditorie alla condizione che la γ e le sue derivate siano finite e continue nel tetraedro $AA_1\, A_2\, A_3$; per le equazioni in discorso possiamo dunque asserire che le condizioni di Riemann sono identicamente soddisfatte.

Ritorniamo ora alla teoria generale. Io dimostrerò che:

« *Se per un' equazione* F (u) = 0 *sono soddisfatte le condizioni di Riemann, esiste nell' interno del tetraedro* $AA_1\ A_2\ A_3$ una *funzione* v, *integrale dell' equazione* Φ (v) = 0, *che sulle faccie e sugli spigoli del triedro* A $(A_1\ A_2\ A_3)$ *soddisfa alle equazioni* (A), (A') *e che nell' interno del tetraedro si comporta in guisa tale che valga la uguaglianza* (4) *del* § 1.

Cominceremo dallo stabilire un lemma; sia $\lambda\ (x_1, x_2, x_3)$ una funzione qualunque data entro il tetraedro $AA_1\ A_2\ A_3$; e sia B un punto generico di questo tetraedro. Supponiamo (ciò che non diminuisce la generalità) che A sia l' origine degli assi coordinati. Tiriamo dal punto B la retta che ha i coseni direttori proporzionali ad a_{i_1}, a_{i_2}, a_{i_3}; questa retta o incontrerà (per le ipotesi fatte sulle a_{ik}) uno dei segmenti AA_1, AA_2, AA_3 oppure incontrerà uno dei triangoli $AA_2\,A_3$, $AA_3\,A_1$, $AA_1\,A_2$ in un punto interno al triangolo stesso. Noi chiameremo B_i questo punto di intersezione, e indicheremo con $x_1^{(i)}$, $x_2^{(i)}$, $x_3^{(i)}$ le sue coordinate. Almeno una delle tre quantità $x_1^{(i)}$, $x_2^{(i)}$, $x_3^{(i)}$, è per ipotesi nulla. E precisamente la $x_1^{(i)}$ è nulla, se il punto B cade nella regione R_1 limitata dai piani $AA_2\,A_3$, $AA_i\,A_2$, $AA_i\,A_3$; la $x_2^{(i)}$ è nulla, se B cade nella regione R_2, limitata dai piani $AA_3\,A_1$, $AA_3\,A_i$, $AA_1\,A_i$; infine è nulla la $x_3^{(i)}$, se il punto B cade nella regione R_3, limitata dai piani $AA_2\,A_1$, $AA_2\,A_i$ $AA_1\,A_i$. Indicheremo poi con $x_1^{(i)} + a_{i_1}\ t_i^{(0)}$, $x_2^{(i)} + a_{i_2}\ t_i^{(0)}$. $x_3^{(i)} + a_{i_3}\ t_i^{(0)}$ le coordinate x_1, x_2, x_3 del punto B, ossia porremo:

$$x_k - x_k^{(i)} = a_{ik}\ t_i^0\ (k = 1,\ 2,\ 3).$$

Porremo infine:

$$L = \int_{B_i}^{B} \lambda\ (x_1,\ x_2,\ x_3)\ dt_i = \int_0^{t_i^0} \lambda\ (x_1^{(i)} + a_{i_1}\ t_i,\ x_2^{(i)} + a_{i_2}\ t_i,\ x_3^{(i)} + a_{i_3}\ t_i)\ dt_i$$

dove λ è una funzione continua e derivabile delle x_1, x_2, x_3.

Questo integrale è una funzione del punto B, ossia è anche esso una funzione di x_1, x_2, x_3; questa funzione è evidentemente

nulla se B coincide con B_i, ossia se B cade su uno dei piani coordinati AA_2A_3, AA_3A_1, AA_1A_2. Troviamo le derivate prime di L rispetto a x_1, x_2. x_3. Posto

$$\lambda'_1 = \frac{\partial \lambda}{\partial x_1}, \; \lambda'_2 = \frac{\partial \lambda}{\partial x_2}. \; \lambda'_3 = \frac{\partial \lambda}{\partial x_3},$$

avremo evidentemente che nella regione R_1 è:

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = \int_{B_i}^{B} \lambda'_2 \, dt_i \; ; \; \frac{\partial L}{\partial x_3} = \int_{B_i}^{B} \lambda'_3 \, dt_i \tag{11}$$

Ora, poichè evidentemente

$$a_{i1} \frac{\partial L}{\partial x_1} + a_{i2} \frac{\partial L}{\partial x_2} + a_{i3} \frac{\partial L}{\partial x_3} = \lambda$$

avremo che in R_1 è:

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = \frac{\lambda\,(x_1,\,x_2,\,x_3)}{a_{i1}} - \frac{1}{a_{i1}} \int_{B_i}^{B} [a_{i2}\,\lambda'_2 + a_{i3}\,\lambda'_3]\,dt_i \tag{11'}$$

Nella regione R_2 avremo analogamente

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = \int_{B_i}^{B} \lambda'_1 \, dt_i \; ; \; \frac{\partial L}{\partial x_3} = \int_{B_i}^{B} \lambda'_3 \, dt_i \tag{12}$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = \frac{\lambda\,(x_1,\,x_2,\,x_3)}{a_{i2}} - \frac{1}{a_{i2}} \int_{B_i}^{B} [a_{i1}\,\lambda'_1 + a_{i3}\,\lambda'_3]\,dt_i \tag{12'}$$

Osserviamo che cosa accade di queste derivate prime, quando il punto B passa dalla regione R_1 alla regione R_2, attraversando il piano $AA_i\,A_3$. Se noi supponiamo che le λ'_1, λ'_2, λ'_3 siano continue, è ben evidente che $\frac{\partial L}{\partial x_3}$ varia con continuità; di più sarà evidentemente

$$\lambda\,(x_1,\,x_2,\,x_3) - \lambda\,(x_1^{(i)},\,x_2^{(i)},\,x_3^{(i)}) = \int_{B_i}^{B} (a_{i1}\,\lambda'_1 + a_{i2}\,\lambda'_2 + a_{i3}\,\lambda'_3)\,dt_i \tag{13}$$

Immaginiamo ora che B sia un punto del piano $AA_i\,A_3$, posto in quella regione di questo piano, che serve di confine

tra le due regioni R_1, R_2; il punto B_i cadrà sul segmento AA_3 e avrà quindi nulle le coordinate $x_1^{(i)}$, $x_2^{(i)}$.

Noi potremo calcolare in due modi distinti la $\frac{\partial L}{\partial x_2}$ nel punto B, secondo che consideriamo il punto B come appartenente alla regione R_1, o alla regione R_2; la differenza dei due valori così ottenuti è per le (11), (12), (13) data da:

$$\frac{1}{a_{i2}}\left[\lambda\,(x_1, x_2, x_3) - \int_{B_i}^{B}(a_{i1}\,\lambda_1' + a_{i2}\,\lambda_2' + a_{i3}\,\lambda_3')\,dt_i\right] =$$

$$= \frac{1}{a_{i2}}\,\lambda\,(x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, x_3^{(i)}) = \frac{1}{a_{i2}}\,\lambda\,(0,\ 0,\ x_3^{(i)})$$

Analoga formola vale per $\frac{\partial L}{\partial x_3}$.

Otteniamo quindi:

Il nostro integrale L *è una funzione finita e continua in tutto il tetraetro* $AA_1\,A_2\,A_3$; *esso ammette derivate prime finite e continue dappertutto, eccetto che sui triangoli* AA_iA_1, AA_iA_2, AA_iA_3. *Queste derivate saranno però continue anche su questi triangoli, se la funzione* λ *è nulla sui segmenti* AA_1, AA_2, AA_3.

In generale potremo dire che, se λ *è finito e continuo entro* $AA_1A_2\,A_3$, *insieme alle derivate di ordine* $1, 2, \ldots, \nu + 1$, *allora* L *è finito e continuo insieme alle sue derivate di ordine* $1, 2, \ldots, \nu + 1$, *eccetto al più sui triangoli* AA_iA_1, AA_iA_2 AA_iA_3. *La* L *e le sue derivate citate saranno però continue anche su questi triangoli e si annulleranno sui segmenti* AA_1, AA_2, AA_3, *se la* λ *e le sue derivate di ordine* $1, 2, \ldots, \nu$ *sono nulle sui segmenti* AA_1, AA_2, AA_3.

Osserveremo ancora che, se noi interpretiamo

$$a_{i1}\,\frac{\partial}{\partial x_1} + a_{i2}\,\frac{\partial}{\partial x_2} + a_{i3}\,\frac{\partial}{\partial x_3}$$

come simbolo di derivazione nella direzione, i cui coseni direttori sono proporzionali ad a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, allora si può affermare che

$$\left(a_{i1}\,\frac{\partial}{\partial x_1} + a_{i2}\,\frac{\partial}{\partial x_2} + a_{i3}\,\frac{\partial}{\partial x_3}\right) L$$

esiste ed è uguale a λ, appena si sappia che λ è una funzione continua.

Consideriamo ora l' espressione

$$M = \int_{B_1}^{B} dt_1 \ldots\ldots \int_{B_1}^{B} dt_1 \int_{B_2}^{B} dt_2 \ldots\ldots \int_{B_2}^{B} dt_2 \ldots\ldots \int_{B_m}^{B} dt_m \ldots\ldots \int_{B_m}^{B} \lambda dt_m$$

dove il segno $\int_{B_i}^{B}$ di quadratura ($i = 1, 2, \ldots, m$) è ripetuto τ_i volte. Questa espressione si può anche scrivere

$$M = \int_{B_1}^{B} dt_1 \ldots\ldots \int_{B_1}^{B} dt_1 \int_{B_2}^{B} dt_2 \ldots\ldots \int_{B_m}^{B} \mu \, dt_m$$

dove i segni di integrale

$$\int_{B_2}^{B} dt_1, \int_{B_2}^{B} dt_2, \int_{B_3}^{B} dt_3, \int_{B_k}^{B} dt_k, \ (k = 4, \ldots\ldots m)$$

sono ripetuti rispettivamente $\tau_1 - 1$, $\tau_2 - 1$, $\tau_3 - 1$, τ_k volte e dove è

$$\mu = \int_{B_1}^{B} dt_1 \int_{B_2}^{B} dt_2 \int_{B_3}^{B} \lambda \, dt_3$$

Applicando più volte le precedenti considerazioni, avremo che, se λ è una funzione derivabile quante volte si vuole, anche la M è una funzione derivabile quante volte si vuole; la M e tutte queste derivate saranno continue in tutto il *tetraedro* $AA_1 \, A_2 \, A_3$, *eccetto che al più sui triangoli* AA_iA_1, AA_iA_2, AA_iA_3; *ma, poichè* μ *si annulla sui lati* AA_1, AA_2, AA_3, *la quantità* M *e le sue derivate di ordine* 1, 2, 3....., $(\tau_1 - 1) + (\tau_2 - 1) + (\tau_3 - 1) + \tau_4 + \ldots\ldots + \tau_m = \tau - 3$ *sono continue anche su detti triangoli e si annullano sui segmenti* AA_1, AA_2, AA_3.

Premesse queste osservazioni, applicheremo al solito il metodo delle approssimazioni successive.

Scriviamo

$$v = v_0 + v_1 + v_2 + \ldots\ldots$$

$$(-1)^\tau \, \Phi(v) = \Phi_1(v) - \Phi_2(v)$$

dove è

$$\Phi_1(v) = X_1^{\tau_1} X_2^{\tau_2} \ldots\ldots X_m^{\tau_m}$$

$$v_i(B) = \int_{B_1}^{B} dt_1 \ldots \int_{B_1}^{B} dt_1 \int_{B_2}^{B} dt_2 \ldots \int_{B_2}^{B} dt_2 \ldots \int_{B_m}^{B} dt_m \ldots \int_{B_m}^{B} \Phi_2(v_{i-1})\, dt_m \quad (i \geq 1) \; (*)$$

La v_0 è poi la somma di due funzioni ψ, χ; la ψ è una qualunque funzione finita e continua con tutte le sue derivate entro il tetraedro $AA_1 A_2 A_3$, che sul piano σ_i, e sui segmenti AA_1, AA_2, AA_3 soddisfa alle (A), (A'); χ è la funzione data da

$$\chi = -\int_{B_1}^{B} dt_1 \ldots \int_{B_1}^{B} dt_1 \int_{B_2}^{B} dt_2 \ldots \int_{B_2}^{B} dt_2 \ldots \int_{B_m}^{B} \Phi_1(\psi)\, dt_m \; (*)$$

Con un artificio analogo a quello usato per dimostrare la esistenza della funzione u, si dimostra che la serie $v = \Sigma v_i$ converge, e che rappresenta un integrale dell' equazione $\Phi(v) = 0$. La v e le sue derivate sono poi continue in tutto il tetraedro, eccetto al più sui triangoli $AA_i A_1$ $AA_2 A_i$, $AA_3 A_i$; però, per quanto abbiamo detto, possiamo affermare che su questi triangoli la v e le sue derivate di ordine 1, 2,...... $\tau - 3$ sono continue.

Io dico che queste proprietà della v sono sufficienti, affinchè all'integrale $I = \int \left(\frac{\partial L_1}{\partial x_1} + \frac{\partial L_2}{\partial x_2} + \frac{\partial L_3}{\partial x_3} \right) dS$ si possa applicare l' integrazione per parti, ossia affinchè valga la (4).

Per dimostrare questo, osserviamo che uniche superficie di discontinuità possono essere i triangoli $AA_i A_1$, $AA_i A_2$, $AA_i A_3$ $(i \geq 4)$; *tagliamo* perciò il nostro tetraedro in tante porzioni S_1, S_2,...., S_h in guisa che una di queste porzioni sia limitata o da parti del contorno del tetraedro iniziale, oppure da pezzi di questi triangoli. In ciascuna di queste porzioni S_k del tetraedro $AA_1 A_2 A_3$ potremo evidentemente applicare il solito procedimento di integrazioni per parti, trasformando così l'integrale

(*) Come precedentemente, il segno $\int_{B_i}^{B} dt_i$ deve essere ripetuto τ_i volte $(i = 1, 2, \ldots, m)$.

$I_k = \int_{S_k} \sum_j \frac{\partial L_j}{\partial x_j} dS_k$ esteso al volume S_k ($k=1, 2,..., h$) nell'integrale $-\int \Sigma L_j \cos(\nu_k x_j) ds_k$ esteso al contorno s_k di S_k; con ν_k indichiamo la normale a s_k nel punto generico volta verso l'interno di S_k. Sarà quindi evidentemente:

$$I = \sum_k I_k = -\sum_{k=1}^{h} \int \sum_{j=1}^{3} L_j \cos(\nu_k x_j) ds_k$$

Ora se un pezzo σ di uno dei triangoli AA_iA_1, AA_iA_2 AA_iA_3, p. es. del triangolo AA_4A_1, fa parte del contorno di una delle regioni S_1, S_2,...., S_h, p. es. della regione S_1, esso farà parte anche del contorno di un' altra di queste regioni, p. es. della regione S_2. E su questo pezzo σ le direzioni ν_1, ν_2 sono direzioni di una stessa retta volte però in verso opposto, cosicchè sarà

$$\cos(\nu_1 x_j) = -\cos(\nu_2 x_j)$$

Notiamo ora che sul piano di σ è contenuta la direzione AA_1; sarà dunque

$$\cos(\nu_1 x_1) = -\cos(\nu_2 x_1) = 0.$$

Avremo perciò che il contributo portato da σ al calcolo dell' integrale

$$\sum_k \int \sum_{j=1}^{3} L_j \cos(\nu_k x_j) ds_k$$

è dato da

$$\int [\Delta_2 \cos(\nu_1 x_2) + \Delta_3 \cos(\nu_1 x_3)] d\sigma$$

dove con Δ_2 e Δ_3 indico la differenza dei valori di L_2, L_3 in due punti infinitamente vicini, posti rispettivamente dall' una e dall' altra parte di σ.

Se noi vogliamo che il contributo portato da σ sia nullo, basterà che dimostriamo che L_2, L_3 sono continui su σ o anche

più in generale che L_2, L_3 sono continui nei punti del triangolo $AA_4\ A_1$. Noi dimostremo questo fatto per L_2: considerazioni analoghe varranno per L_3.

Sarà così reso palese che i pezzi dei triangoli AA_iA_1, AA_iA_2 AA_iA_3, che fanno parte del contorno di una delle regioni S, portano un contributo nullo all' integrale I; e resterà quindi dimostrata con pieno rigore la formola (4) del § 1.

Dimostriamo dunque che L_2 è continuo nei punti del piano $AA_4\ A_1$. Ricordiamo anzitutto che L_2 è uguale alla somma di parecchi termini, ciascuno dei quali è prodotto di due fattori: l' uno dipendente soltanto dalla u, e dalle sue derivate, l' altro dipendente dalla v e dalle sue derivate.

I fattori dipendenti dalla v sono di uno dei tipi seguenti:

$$4)\quad \Phi_2^{r_2}(v),\ \Phi_{12}^{r_1r_2}(v),\ \frac{\partial}{\partial x_1}\Phi_{12}^{r_1r_2},\ \Phi_{23}^{r_2r_3},\ \frac{\partial}{\partial x_3}\Phi_{23}^{r_2r_3},\ \Phi_{123}^{r_1r_2r_3},\ \frac{\partial}{\partial x_1}\Phi_{123}^{r_1r_2r_3},\ \frac{\partial}{\partial x_3}\Phi_{123}^{r_1r_2r_3},\ \frac{\partial^2}{\partial x_1\,\partial x_3}\Phi_{123}^{r_1r_2r_3}$$

Ora, poichè tanto la u, quanto i coefficienti $c_{r_1r_2\ldots\ldots r_m}$ di Φ sono continui, insieme a tutte le derivate, che occorre considerare, in tutto il tetraedro $AA_1\ A_2\ A_3$, e che altrettanto accade della v e delle sue derivate di ordine 1, 2,...., $\tau - 3$, basterà dimostrare che, se una delle (14) contiene qualche derivata della v di ordine $\tau - 2$, oppure $\tau - 1$, essa continua ciononostante a essere continua p. es. su $AA_4\ A_1$.

Ora la $\Phi_2^{r_2}(v)$ contiene derivate della v di ordine non superiore a $\tau - r_2$; potremo dunque senz' altro supporre $r_2 = 1$, oppure $r_2 = 2$. Ma in Φ_2^2 i termini che contengono derivate di ordine $\tau - 2$ si ricavano dal termine di ordine massimo τ di $\Phi(v)$, ossia dal termine

$$(15)\qquad \frac{\partial^{\tau_1}}{\partial x_1^{\tau_1}}\left(\prod_{i=2}^{m}\frac{\partial^{\tau_i}}{\partial t_i^{\tau_i}}\right)v,$$

sviluppando il prodotto simbolico $\left(\prod_{i=2}^{m}\frac{\partial^{\tau_1}}{\partial t_i^{\tau_i}}\right)v$, e separando dallo

sviluppo così ottenuto i termini che contengono la $\frac{\partial^2 v}{\partial x_2^2}$ e le sue derivate, e sostituendovi quindi v al posto di quella derivata. L' espressione che così si ottiene è somma di parecchi termini, ciascuno dei quali contiene una derivata

$$(16) \qquad \frac{\partial^{s_1+s_2+s_3} v}{\partial x_1^{s_1} \partial x_2^{s_2} \partial x_3^{s_3}} = \frac{\partial^{s_1}}{\partial x_1^{s_1}} \left(\frac{\partial^{s_2+s_3} v}{\partial x_2^{s_2} \partial x_3^{s_3}} \right) (s_1 + s_2 + s_3 = \tau - 2),$$

dove $s_1 \geq \tau_1 \geq 1$. Sarà perciò $s_2 + s_3 \leq \tau - 3$; e quindi la $\frac{\partial^{s_2+s_3} v}{\partial x_2^{s_2} \partial x_3^{s_3}}$ sarà una funzione continua e a un solo valore sul piano $AA_4\ A_1$; poichè poi $\frac{\partial^{s_1}}{\partial x_1^{s_1}}$ è un simbolo di derivazione rispetto a x_1, e la direzione x_1 è una direzione contenuta nel piano AA_4A_1, ne verrà che anche $\frac{\partial^{s_1+s_2+s_3} v}{\partial x_1^{s_1} \partial x_2^{s_2} \partial x_3^{s_3}}$ sarà una funzione continua e a un solo valore nel piano AA_4A_1. Altrettanto avverrà quindi della $\Phi_2^2(v)$.

Occupiamoci ora di $\Phi_2^1(v)$. Questa espressione contiene tanto termini di ordine $\tau - 1$, quanto termini di ordine $\tau - 2$. I termini di ordine $\tau - 1$ si ricavano da (15), sviluppando $\prod_{i=1}^{m} \frac{\partial^{\tau_i}}{\partial t_i^{\tau_i}} v$, separando i termini, che contengono la derivata $\frac{\partial v}{\partial x_2}$ e le sue derivate e sostituendo v al posto di quella derivata; ma, poichè $\tau_2 \geq 1$, basterà, per ottenere tutti questi termini, sostituire nel precedente prodotto simbolico $\tau_2 - 1$ a τ_2.

L' espressione che ne risulta, è

$$\frac{\partial^{\tau_1}}{\partial x_1^{\tau_1}} \frac{\partial^{\tau_4}}{\partial t_4^{\tau_4}} \left[\frac{\partial^{\tau_2 - 1}}{\partial x_2^{\tau_2 - 1}} \frac{\partial^{\tau_3}}{\partial x_3^{\tau_3}} \prod_{i=1}^{m} \frac{\partial^{\tau_i}}{\partial t_i^{\tau_i}} v \right]$$

Ora l' espressione tra [ ] contiene derivate della v, di ordine $\tau - 1 - \tau_1 - \tau_4 \leq \tau - 3$ (poichè $\tau_1 \geq 1, \tau_4 \geq 1$). Quindi tale

espressione è continua su AA_1A_4; poichè poi tanto $\frac{\partial}{\partial x_1}$, quanto $\frac{\partial}{\partial t_4}$ rappresentano derivate prese in una direzione posta sullo stesso piano AA_1A_4, ne verrà, come sopra, dimostrata la continuità di $\Phi_2^1(v)$ su questo piano.

Occupiamoci ora dei termini di Φ_2^1, che contengono derivate della v di ordine $\tau - 2$; si riconosce tosto, in modo analogo al precedente, che essi sono di uno dei seguenti due tipi

$$\frac{\partial}{\partial x_1} M \ , \ \frac{\partial}{\partial t_4} M$$

dove M contiene derivate della v di ordine non superiore a $\tau - 3$ ed è quindi continuo su AA_1A_4. Altrettanto avverrà, per le solite ragioni, di Φ_2^1.

Delle $\Phi_{12}^{r_1r_2}$ soltanto la Φ_{12}^{11} contiene derivate della v di ordine $(\tau - 2)$ superiore a $\tau - 3$; e i termini di Φ_{12}^{11} che contengono tali derivate sono quelli che provengono dal termine di ordine massimo (τ) di Φ, ossia dal termine (15). Essendo $\tau_1 \geq 1$, $\tau_2 \geq 1$, avremo che i termini in discorso si ottengono tutti dallo sviluppo del prodotto simbolico

$$\frac{\partial^{\tau_4}}{\partial t_4^{\tau_4}} \left[\frac{\partial^{\tau_1 - 1}}{\partial x_1^{\tau_1 - 1}} \frac{\partial^{\tau_2 - 1}}{\partial x_2^{\tau_2 - 1}} \frac{\partial^{\tau_3}}{\partial x_3^{\tau_3}} \frac{\partial^{\tau_5}}{\partial t_5^{\tau_5}} \cdots\cdots \right]$$

E, poichè $\tau_4 \geq 1$ e $\frac{\partial}{\partial t_4}$ rappresenta una derivata presa in una direzione posta sul piano AA_1A_4, otteniamo, al solito, che anche Φ_{12}^{11} è continua su AA_1A_4.

In $\frac{\partial}{\partial x_1} \Phi_{12}^{r_1r_2}$ tutti i termini contengono un fattore simbolico $\frac{\partial}{\partial x_1}$, che rappresenta una derivata presa secondo una direzione, posta nel piano AA_1A_4; e poichè, come vedemmo, le $\Phi_{12}^{r_1r_2}$ sono tutte continue su AA_1A_4, altrettanto avverrà delle $\frac{\partial}{\partial x_1} \Phi_{12}^{r_1r_2}$.

Studiamo ora le espressioni $\frac{\partial}{\partial x_3} \Phi_{23}^{r_2 r_3}$: di esse soltanto le

$$\frac{\partial}{\partial x_3} \Phi_{23}^{21}, \ \frac{\partial}{\partial x_3} \Phi_{23}^{12}, \ \frac{\partial}{\partial x_3} \Phi_{23}^{11},$$

contengono derivate della v di ordine superiore a $\tau - 3$, e potrebbero perciò essere discontinue sul piano AA_1A_4. Noi dimostreremo però che ciò non avviene; e infatti i termini che contengono derivate della v di ordine superiore a $\tau - 3$, in

$$\frac{\partial}{\partial x_3} \Phi_{23}^{21}, \ \frac{\partial}{\partial x_3} \Phi_{23}^{12}$$

provengono tutti da quel termine di $\Phi(v)$, che contiene le derivate delle v di ordine massimo (τ).

Essi contengono quindi tutti il fattore simbolico $\frac{\partial^{\tau_1}}{\partial x_1^{\tau_1}}$ $(\tau_1 \geq 1)$ e, coi soliti ragionamenti, si riconoscono perciò continui sul piano AA_4A_1. In $\frac{\partial}{\partial x_3} \Phi_{23}^{11}$ i termini che contengono derivate della v di ordine $\tau - 1$, contengono tutti il fattore simbolico

$$\frac{\partial^{\tau_1 + \tau_4}}{\partial x_1^{x_1} \ \partial t_4^{\tau_4}} \ (\tau_1 + \tau_4 \geq 2, \text{ perchè } \tau_1 \geq 1, \ \tau_4 \geq 1)$$

e sono perciò continui sul piano AA_1A_4; i termini, che contengono derivate della v di ordine $\tau - 2$, contengono tutti o il fattore simbolico $\frac{\partial^{\tau_1}}{\partial x_1^{\tau_1}}$ o il fattore $\frac{\partial^{\tau_4}}{\partial t_4^{\tau_4}}$ $(\tau_1 \geq 1, \ \tau_4 \geq 1)$ e sono perciò continui sul piano AA_1A_4.

Le $\Phi_{123}^{r_1 r_2 r_3}$ contengono soltanto derivate della v di ordine uguale a $\tau - 3$, e sono perciò continue sul piano AA_4A_1; i termini di ordine $\tau - 2$ in $\frac{\partial}{\partial x_1} \Phi_{123}^{r_1 r_2 r_3}$ contengono il fattore simbolico $\frac{\partial}{\partial x_1}$ e sono perciò continui su detto piano. Delle $\frac{\partial}{\partial x_3} \Phi_{123}^{r_1 r_2 r_3}$ soltanto la $\frac{\partial}{\partial x_3} \Phi_{123}^{111}$

contiene derivate della v di ordine superiore a $\tau - 3$, e precisamente contiene il termine

$$\frac{\partial^{\tau_4}}{\partial t_4^{\tau_4}} \left[\frac{\partial^{\tau_1 - 1}}{\partial x_1^{\tau_1 - 1}} \frac{\partial^{\tau_2 - 1}}{\partial x_2^{\tau_2 - 2}} \frac{\partial^{\tau_3}}{\partial x_3^{\tau_3}} \frac{\partial^{\tau_5}}{\partial t_5^{\tau_5}} \cdots\cdots \right]$$

il quale però, contenendo il fattore simbolico $\frac{\partial^{\tau_4}}{\partial t_4^{\tau_4}}$ $(\tau_4 \geq 1)$, è ancora continuo sul piano AA_4A_1. Quindi le $\frac{\partial}{\partial x_3} \Phi_{123}^{r_1 r_2 r_3}$ sono continue sul piano $AA_1\,A_4$; e altrettanto avverrà perciò delle $\frac{\partial^2}{\partial x_1\, \partial x_3} \Phi_{123}^{r_1 r_2 r_3}$, che se ne ottengono, derivando lungo una direzione del piano AA_4A_1.

È dimostrato così che L_2 è continuo sul piano AA_1A_4; per le osservazioni già esposte ne risulta che l' integrazione per parti nel tetraedro $AA_1\,A_2\,A_3$, applicata all' integrale (3), è legittima, e ne viene così dimostrata la formola 4 del § 1.

Concludendo, noi abbiamo in questo paragrafo dimostrati legittimi i procedimenti del § 1 per lo studio di quelle equazioni F (u) = 0, *i cui coefficienti soddisfano alle condizioni, cui demmo il nome di condizioni di Riemann. Abbiamo di più dimostrato la esistenza di un integrale* u *della* F (u)=0, *il quale su una superficie* Σ *prende valori, scelti ad arbitrio in modo compatibile, insieme alle sue derivate di ordine* 1, 2,..., $\tau - 1$, *ossia che su* Σ *prende insieme alle derivate normali di ordine* 1, 2,...., $\tau - 1$ *valori prefissati in modo completamente arbitrario. Infine abbiamo dimostrato esistere un certo integrale* v *della equazione* Φ (v) = 0, *che gode di certe particolari proprietà, che è qui inutile ripetere.*

§ 3. Sarà opportuno l' esaminare ora rapidamente a quali equazioni più generali si possono estendere i nostri procedimenti.

Anzitutto è ben chiaro che la condizione da noi ammessa fin qui per brevità di trattazione, che le X sono a tre a tre linearmente indipendenti non è una condizione essenziale, come il lettore può facilmente verificare.

È invece una condizione essenziale quella che le X siano a due a due permutabili, ossia che si abbia $(X_i X_k)=0$ $(i, k=1,2,\ldots\ldots,m)$. In taluni casi però a questa condizione si può sostituire l'altra più generale, che valgano equazioni del tipo

$$(X_i\ X_k) = \lambda_{ik}\ X_i - \lambda_{ki}\ X_k \quad (i,\ k=1,\ 2,\ldots.,\ m) \tag{17}$$

dove le λ sono funzioni regolari delle x_1, x_2, x_3 nel campo che si considera.

Supponiamo che tre delle X, p. es. X_1, X_2, X_3, siano linearmente indipendenti. Noi potremo moltiplicarle per un conveniente fattore, in guisa da renderle a due a due permutabili. Sceglieremo poi le variabili indipendenti, in guisa che sia $X_i=\frac{\partial}{\partial x_i}$ $(i=1,2,3)$. Allora le X_k, a meno di fattori trascurabili, si potranno supporre del tipo

$$X_k = \varphi_{k1}\ (x_1)\ \frac{\partial}{\partial x_1} + \varphi_{k2}\ (x_2)\ \frac{\partial}{\partial x_2} + \varphi_{k3}\ (x_3)\ \frac{\partial}{\partial x_3},$$

dove le φ_{ki} (x_i) sono funzioni regolari di x_i.

Supporremo che il polinomio F (u) e il polinomio aggiunto Φ (v) siano rispettivamente del tipo:

$$F\ (u) = \Sigma\ b_{r_1 r_2 \ldots\ldots r_m}\ X_1^{r_1}\ X_2^{r_2}\ \ldots.\ X_m^{r_m} \qquad (r_i \leq \tau_i)$$

$$\Phi\ (v) = \Sigma\ c_{r_1 r_2 \ldots\ldots r_m}\ X_1^{r_1}\ X_2^{r_2}\ X_m^{r_m} \qquad (r_i \leq \tau_i)$$

Il metodo delle approssimazioni successive di Picard continua a essere formalmente applicabile; ma non si può però dimostrare coi metodi precedenti la convergenza delle serie, che si ottengono col metodo suddetto. Esistono però classi di equazioni, per cui il metodo è ancora di sicura riuscita: le equa-

zioni p. es., che hanno i coefficienti analitici (cfr. Le Roux e Delassus loc. cit.) (*).

Il metodo di Riemann si può applicare poi a queste equazioni più generali quasi senza alcuna modificazione, perchè anche nel caso attuale si riconosce lecita la integrazione per

---

(*) Anche, quando i coefficienti della F, Φ non sono funzioni analitiche, si può ancora in qualche caso particolare riconoscere le legittimità dell' applicazione del metodo delle approssimazioni successive.

Ecco qui un semplice esempio, che basta a mettere in luce il modo, con cui si possono modificare in tali casi i ragionamenti del § 2. Sia data l' equazione

$$X_1 \, X_2 \ldots X_{m-1} \, X_m \, w - a \, X_{m-1} \, w - bw = 0$$

dove a, b sono funzioni regolari delle x_1, x_2, x_3 e dove è p. es. $(X_{m-1} \, X_m) = \lambda \, X_m$. Si tratti p. es. di determinare quell'integrale w, che sulla superficie Σ (cfr. § 2) assume valori prefissati, insieme alle sue derivate di ordine 1, 2,..., $m - 1$.

Al solito si pone $w = w_0 + w_1 + w_2 + \ldots\ldots$, dove il termine w_i $(i > 0)$ è determinato dalla condizione di annullarsi insieme alle derivate di ordine 1, 2,..., $\tau - 1$ su Σ e di soddisfare in R alla condizione

$$X_1 \, X_2 \ldots X_{m-1} \, X_m \, (w_i) = a \, X_{m-1} \, (w_{i-1}) + bw_{i-1}.$$

R è quella regione tale che la traiettoria della X_k $(k = 1, 2, \ldots m)$ uscente da un suo punto generico A incontra Σ in un punto A_k e in un punto soltanto.

Posto lungo questa traiettoria

$$\frac{dx_1}{\varphi_{k1}} = \frac{dx_2}{\varphi_{k2}} = \frac{dx_3}{\varphi_{k3}} = dt_k$$

avremo che il valore di w_i nel punto A è dato da

$$(18) \quad w_i \, (A) = \int_{A_m}^{A} dt_m \int_{A_{m-1}}^{A} dt_{m-1} \ldots\ldots \int_{A_2}^{A} dt_2 \int_{A_1}^{A} [a \, X_{m-1} \, (w_{i-1}) + bw_{i-1}] \, dt_1$$

Col segno $\int_{A_k}^{A}$ $(k = 1, 2, \ldots, m)$ intendo significare che l' integrazione deve essere fatta sul segmento AA_k. Si tratta ora di costruire l'espressione $a \, X_{m-1} \, (w_i) + bw_i$, da cui con nuove integrazioni otterremo poi il valore di w_{i+1}. Tutta la difficoltà sta evidentemente nel calcolare la $X_{m-1} \, (w_i)$ in modo opportuno, usando soltanto delle quadrature. Osserviamo che per ipotesi

$$X_m \, (X_{m-1}) = X_{m-1} \, (X_m) - \lambda \, X_m \, ;$$

quindi

$$X_m \left[X_{m-1} \, (w_i)\right] = - \lambda \, X_m \, (w_i) + X_{m-1} \left[X_m \, (w_i)\right]$$

e quindi

$$X_{m-1} \, (w_i) = - \int_{A_m}^{A} \lambda \, X_m \, (w_i) \, dt_m + \int_{A_m}^{A} X_{m-1} \, (X_m \, w_i) \, dt_m$$

Ora per costruire $X_m \, (w_i)$, o $X_{m-1} \, X_m \, (w_i)$ basta sopprimere nel secondo membro della (18) rispettivamente il primo o i primi due segni di integrazione; la formola precedente dà quindi senz' altro il mezzo di costruire la $X_{m-1} \, (w_i)$ e perciò anche la $X_{m-1} \, (w_i) + bw_i$ (in funzione della $a \, X_{m-1} \, (w_{i-1}) + bw_{i-1}$) con sole quadrature; e si può quindi nel solito modo dimostrare la convergenza delle serie fornite dal mètodo delle approssimazioni successive.

parti, dimostrando (con considerazioni analoghe a quelle del § 2 e usando delle (17)) che p. es. le quantità L_2, L_3 sono continue sulla superficie luogo delle traiettorie di X_k, uscenti dai punti di AA_1 ($k = 4, 5, \ldots m$). Queste superficie si riducono, nel caso che le X siano a due a due permutabili, appunto ai piani AA_kA_1.

Infine nello stesso modo, che il Prof. Niccoletti (loc. cit.) usò per generalizzare il metodo di Riemann ai sistemi di equazioni, si possono estendere i risultati precedenti a sistemi di equazioni alle derivate parziali. In questa ulteriore generalizzazione non si presenta alcun fatto nuovo notevole; basterà quindi l'avervi accennato.

§ 4. Il metodo di Riemann, che noi abbiamo applicato nel § 1 all'equazione $F(u) = 0$ ci ha condotto all'equazione

$$Z_{123}(A) = -H \tag{5}$$

H è una quantità nota in funzione della v (che noi nel § 3 abbiamo imparato a determinare) e dei valori iniziali, prefissati a piacere per la u e le sue derivate sulla superficie Σ.

La $Z_{123}(A)$ è uguale poi al valore, che nel punto A ha l'espressione

$$Z_{123} = \Sigma\,(-1)^{r_1+r_2+r_3} \frac{\partial^{r_1+r_2+r_3-3} u}{\partial x_1^{r_1-1}\,\partial x_2^{r_2-1}\,\partial x_3^{r_3-1}}\,\Phi_{123}^{r_1 r_2 r_3}(v)$$

Possiamo dunque dire che il metodo di Riemann ha ridotto la ricerca di quell'integrale u della $F(u) = 0$, che su Σ prende valori prefissati insieme alle derivate di ordine $1, 2, \ldots, \tau - 1$, alla determinazione di u, quando si conosca il valore di Z_{123} nel punto generico A; in altre parole ha ridotto l'integrazione dell'equazione $F(u) = 0$ all'integrazione dell'equazione:

$$Z_{123} = -H$$

che è un'equazione alle derivate parziali di ordine inferiore.

Es. I.) L' integrazione dell' equazione I[a] del § 2 è ricondotta dal metodo di Riemann a un' equazione del tipo

$$\frac{\partial u}{\partial x_1} + \frac{\partial u}{\partial x_2} + \frac{\partial u}{\partial x_3} - \varepsilon\, u = \text{quantità nota}\,; \ (^*)$$

questa equazione è così ricondotta dal metodo di Riemann a un' equazione, che si integra con sole quadrature e di cui un integrale u è determinato senza ambiguità dai valori che esso ha su Σ. Resta così anche implicitamente dimostrato, che l' integrale u della $F(u) = 0$, che su Σ assume valori determinati insieme alle derivate di ordine 1, 2, 3, è unico in tutto R; in altre parole il metodo di Riemann dimostra anche per la nostra equazione il teorema di *unicità.*

Es. II°). Le equazioni $F(u) = 0$ per cui $m = 5$, $\tau_i = 1$ $(i \leq 5)$, e per i cui coefficienti sono soddisfatte le condizioni di Riemann si trasformano col metodo suesposto in un' equazione alle derivate parziali del II° ordine, del tipo $\frac{\partial^2 u}{\partial t_1\, \partial t_2} + a \frac{\partial u}{\partial t_1} + b \frac{\partial u}{\partial t_2} + c\, u =$ quantità nota; dove a, b, c sono funzioni di x_1, x_2, x_3, e dove si ha: $\frac{\partial}{\partial t_i} = a_{i1} \frac{\partial}{\partial x} + a_{i2} \frac{\partial}{\partial x_2} + a_{i3} \frac{\partial}{\partial x_3} (i = 1,2)$. Con una trasformazione proiettiva di variabili, questa equazione si trasforma in un' equazione del tipo $\frac{\partial^2 u}{\partial x_1 \partial x_2} + a \frac{\partial u}{\partial x_1} + b \frac{\partial u}{\partial x_2} + c\, u =$ quantità nota, dove la x_3 si può evidentemente considerare come un parametro.

Ora per questa equazione è ben noto che il metodo di Riemann dimostra i *teoremi di unicità,* i quali verranno così implicitamente dimostrati per la nostra equazione di partenza.

Nel caso generale il metodo di Riemann riduce l' integrazione di una equazione $F(u)$ all' integrazione di una equazione di ordine minore; quando questa è integrabile per quadrature,

---

(*) Infatti in questo caso si ha nel punto A:

$$\Phi_{123}^{211} = v = \Phi_{123}^{112} = \Phi_{123}^{121}$$

$$\ldots^{11}_{12} = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} + (\lambda + \varepsilon + \mu + \nu)\, v = \varepsilon\, v;\ Z_{123} = v \left[+ \frac{\partial u}{\partial x_1} + \frac{\partial u}{\partial x_2} + \frac{\partial u}{\partial x_3} - \varepsilon\, u \right]$$

resta senz' altro dimostrato per la $F(u) = 0$ il *teorema di unicità*; se questo non avviene, si dovrà applicare alla nuova equazione il metodo di Riemann e così proseguire, fino a che si prevenga un' equazione il cui integrale u si ottiene usando tutt' al più qualche quadratura. Sarà allora dimostrato implicitamente per la $F(u) = 0$ il teorema di unicità.

Si potrebbe infine approfondire in modo particolare il caso in cui la superficie Σ si riduce a tre piani paralleli rispettivamente ai tre piani coordinati. Un tale studio non presenta però alcuna difficoltà; e perciò io mi accontenterò di averne accennato.

Dott. G. ACCOLLA

Su un metodo per la misura delle piccole variazioni di resistenza negli elettroliti e sua applicazione

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DEI SOCI EFFETTIVI
PROFF. RICCÒ E GRIMALDI (*relatore*)

Il Dottore Accolla ha applicato il metodo di Fitzpatrick alla ricerca delle eventuali variazioni di resistenza delle soluzioni di sali di ferro nel campo magnetico.

L' apparecchio da lui costruito permette di constatare delle variazioni di resistenza sino ad $\frac{1}{60000}$ circa, limite di molto superiore a quello raggiunto dai precedenti sperimentatori.

Le ricerche sono state condotte con diligenza e attraverso non piccole difficoltà coi ristretti mezzi che erano a sua disposizione: la Commissione quindi propone l' inserzione del lavoro negli Atti accademici.

I.

Sono universalmente note le grandi difficoltà che si incontrano nella misura della resistenza degli elettroliti in soluzione, difficoltà che riescono quasi insormontabili quando si vogliono spingere le misure a un certo grado di precisione e non è mio intendimento prendere in esame gli svariatissimi tentativi fatti dai diversi sperimentatori e i numerosi metodi sinora proposti,

rimandando per quanto riguarda l' estesa letteratura alla monografia di Kohlrausch e Holborn. (1)

I metodi fondati sull' impiego della corrente continua non si sono mostrati adatti per misure di precisione giacchè vi si oppongono due inevitabili cause d'errore: la polarizzazione degli elettrodi e la convezione in seno al liquido.

Il metodo elettrometrico, che è stato sovente adoperato, è in certi casi quasi esente dall' errore proveniente dalla prima causa; esso però, per quanto sensibile sia l' elettrometro che si impiega, non consente nelle misure che un' approssimazione relativamente grossolana.

Nè più soddisfacente è il metodo di Stroud e Henderson (2) riportato in qualche trattato di misure elettriche, nel quale se teoricamente la polarizzazione è eliminata, non lo è però in pratica a dire degli stessi Autori.

La seconda causa d' errore si può ritenere trascurabile allorchè il tempo durante il quale circola la corrente è breve e la differenza di potenziale tra gli elettrodi non è grande; artifizi questi che non permettono di effettuare delle misure esatte.

Un metodo nel quale le sucennate cause d' errore sono assolutamente trascurabili è stato recentemente messo in luce da De Kowalski e Zdanowski. (3) Esso fu proposto da Siemens sin dal 1860 ed è fondato sull' impiego della corrente continua nella carica d' un condensatore attraverso la resistenza incognita, il cui valore vien determinato in funzione della capacità del condensatore, della f. e. m. impiegata e della durata della carica. Secondo gli Autori tale metodo si presta soltanto nel caso in cui si tratti di misurare delle fortissime resistenze liquide e non è quindi di pratica applicazione nelle misure di precisione.

Il ben noto metodo di Kohlrausch, basato sull' uso delle correnti alternate fornite da un rocchettino d' induzione e del

(1) *Leitvermögen der Elektrolyte ins besondere der Lösungen* (G. B. Treubner, Leipzig 1898).

(2) Phil. Mag. Ser. V, Vol. 43, p. 19; 1897.

(3) Arch. des Sc. Phys. et Nat. T. XVIII, p. 105; 1904.

telefono, è, relativamente agli effetti disturbatori della polarizzazione e della convezione, superiore a tutti i metodi i quali richiedono l' impiego della corrente continua, giacchè ne è completamente esente. Esso d' altro canto è inferiore a qualcuno di questi, in riguardo al grado di precisione che si può raggiungere, a causa dell' impiego del telefono invece del galvanometro.

Un metodo che consente un grado di precisione un po' maggiore del precedente è quello di Wien, (1) il quale ne differisce per il solo fatto che al telefono ordinario è sostituito un telefono ottico, apparecchio di discreta sensibilità, ma di regolazione difficilissima.

Un' altra modificazione al metodo di Kohlrausch è quella di Federico (2), la quale consiste nell' impiego di un telefono differenziale; questo apparecchio è di una certa utilità pratica nella misura delle resistenze liquide, ma non permette di raggiungere che una precisione corrente.

Il migliore dei metodi sinora escogitati sembra a mio credere quello di Fitzpatrick (3), adoperato da diversi sperimentatori tra i quali Bryan (4) e Whetham (5). Esso consiste essenzialmente nel limitare ai quattro lati del ponte la corrente alternata ottenuta da una pila per mezzo di uno speciale commutatore girante, e far passare nel galvanometro, mercè lo stesso apparecchio, le correnti di un certo senso, le quali, data la loro frequenza, si comportano quasi come una corrente continua.

II.

Nelle esperienze che sono oggetto del presente lavoro mi son servito del metodo di Fitzpatrick, però il commutatore girante

---

(1) Wied. Ann. B. 42, s. 593; 1891.

(2) N. C. T. VI, p. 161; 1897.

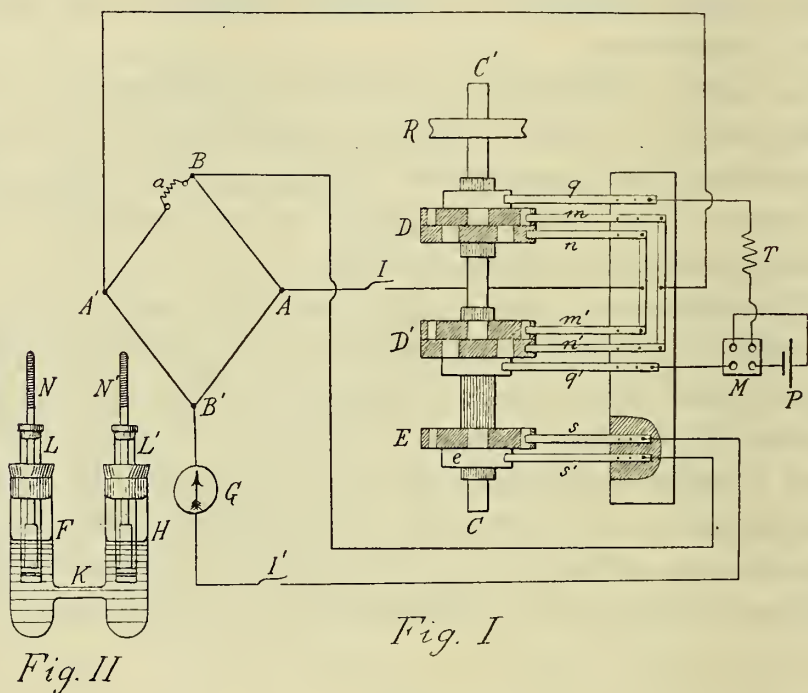
(3) Brit. Assoc. Rep. p. 328; 1886.

(4) Phil. Mag. Ser. V, Vol. 45, p. 253; 1898.

(5) Phil. Trans. Vol. 193, p. 321; 1900.

da me usato è nei suoi particolari diverso da quelli adottati dai precedenti sperimentatori, per cui mi sembra necessario spendere qualche parola per mostrarne la pratica disposizione.

L' apparecchio (fig. I) consta essenzialmente di tre dischi D, D', E isolati su ebanite, torniti accuratamente e calettati sull' asse d' acciaio CC', il quale può esser messo in rotazione, per mezzo della rotella R e d' una correggia di trasmissione, da un motorino elettrico attivato da una batteria di 12 accumulatori.

Fig. II *Fig. I*

Il disco E, avente 3 cm. di raggio, porta un' espansione cilindrica e di raggio più piccolo ed è formato da un unico pezzo di ottone. Sulla sua superficie cilindrica sono incastrati 6 settori di ebanite, che nella figura compariscono tratteggiati e che s' alternano con i settori conduttori lasciati in bianco; ciascuno di questi si estende per un arco di 24°, mentre ciascuno di quelli occupa un arco di 36°.

Ognuno dei due dischi D e D' è formato da un disco iden-

tico ad E e da un altro disco di egual diametro fornito dei soliti settori isolanti e conduttori ; i due pezzi che li costituiscono sono poi, in perfetto contatto elettrico, uniti per mezzo di tre viti e situati in modo che un qualunque settore d' ottone dista egualmente dai due settori d'ottone tra i quali trovasi incastrato nell' altro pezzo il settore isolante che gli sta di fronte.

Le spazzole q e q' comunicano rispettivamente col polo positivo e negativo della pila P e portano la corrente ai dischi D e D' dai quali essa è portata, quando l' apparecchio è in rotazione, ai vertici opposti A e A' del ponte $ABA'B'$ per mezzo delle spazzole m, m' ed n, n' alternativamente; di queste la m comunica elettricamente con la n' e la n con la m'.

Le spazzole s, s' comunicano con i vertici B e B' del ponte, tra i quali è inserito il galvanometro G.

La rotazione dell' apparecchio si compie in maniera che essa appaia in senso opposto a quello delle lancette dell' orologio per chi lo guarda dal lato dell' estremo C del suo asse ; riesce poi chiaro come i due dischi D e D' trasformino in alternata la corrente continua che fornirebbe la pila P qualora il commutatore non girasse.

Il disco E è fissato sull'asse in maniera che il circuito del galvanometro rimanga chiuso soltanto durante gl' intervallini di tempo in cui la corrente circola in un determinato senso.

Le spazzole son tutte piegate a gomito nell' estremità che toccano i dischi e ciò affinchè le correnti siano tagliate e ripristinate nettamente. Esse sono delle laminette d' ottone dello spessore di 1 mm. e in maggioranza sono montate sopra una piattaforma di fibra dura. Le due spazzole s ed s' sono però montate sull' ebanite allo scopo di escludere le deboli correnti parassite che si manifestavano nel galvanometro quando , come le altre , erano fissate sulla fibra.

Per indagare se presenti qualche irregolarità la inevitabile dissimmetria delle diverse parti del commutatore girante, il commutatore a mercurio a quattro pozzetti M permette d' invertire

la corrente ; il reostata a corsoio T serve a regolare l' intensità di questa e gl' interruttori a mano I e I' a chiudere il circuito della pila e del galvanometro rispettivamente.

Il galvanometro usato è del tipo Desprez-D' Arsonval, sensibilissimo e ad oscillazioni molto lente ; il suo circuito è ben isolato mercè pezzetti di paraffina.

La misura d' una resistenza liquida vien fatta in modo perfettamente analogo a quello che si segue nella determinazione d' una resistenza metallica, adoperando a tal uopo un ponte decadico o qualunque altro ponte che si creda opportuno. Una speciale cura si deve avere però nella scelta degli elettrodi tra i quali ho trovati più convenienti quelli impolarizzabili di Paalzow.

Per assicurarmi del grado di precisione che consente il metodo precedentemente descritto ho misurato la resistenza di varie soluzioni di elettroliti.

Per una soluzione di solfato ferroso ho trovato il valore di ohm 881, 6, che si è mantenuto invariato sia invertendo il senso della corrente mercè il commutatore M, sia facendo variare la sua frequenza da 12 a 75 alternazioni al secondo.

Per la stessa resistenza misurata per mezzo del ponte di Kohlrausch ottenendo al telefono il silenzio per un tratto di quasi 2 mm. ho trovato il valore di ohm 892 (con un' incertezza di circa 5 ohm) maggiore di una diecina di ohm del valore trovato precedentemente, fatto che, come è noto, ha luogo nelle debite proporzioni anche tutte le volte che si misura una resistenza metallica col ponte di Kohlrausch.

Dalle cifre riportate si rileva la grande superiorità del primo metodo sul secondo , però anche a quello si potrebbe fare l' obbiezione che si fa a questo, poichè facendo uso d' una corrente alternata è lecito supporre che si facciano sentire i disturbi periodici dell' autoinduzione e della capacità elettrostatica e si misuri un' impedenza anzichè una resistenza ohmica.

Ad accertarmi se tale obbiezione ha valore anche nel caso

in cui s' impiega il metodo di Fitzpatrick ho voluto misurare con esso una resistenza di filo di rame, e servendomi d'un ponte decadico ho trovato che il suo valore è di ohm 21,823 sia con la corrente alternata, sia con la corrente continua ottenuta fermando in una posizione opportuna il commutatore girante.

Convinto da questo risultato sperimentale della bontà del metodo di Fitzpatrick, e mettendo da parte altri particolari riguardanti il medesimo, riferiti specialmente da Whetham (1) e da me pienamente confermati, passo al metodo di determinare le piccole variazioni di resistenza negli elettroliti.

III.

Per la misura delle piccole variazioni di resistenza nei solidi il miglior metodo è quello adottato dai proff. Grimaldi e Platania (2) nel loro lavoro sulla resistenza elettrica dei metalli nei diversi dielettrici.

Esso consiste nel costruire un ponte, in cui il rapporto delle resistenze sia tale da ottenere al galvanometro una deviazione nulla, quando il ponte si fa percorrere dalla corrente fornita da una pila il più possibilmente costante.

In pratica però l' equilibrio del ponte non si può raggiungere che in modo approssimativo e dopo parecchi tentativi; ma non appena il ponte è equilibrato esso è pronto per le misure, giacchè se si fa variare la resistenza di uno dei rami di una quantità piccola ΔR, l' intensità i della corrente che attraversa la diagonale del galvanometro e quindi anche la deviazione d che questo corrispondentemente subisce, è proporzionale a ΔR, cosicchè:

$$(1) \quad d = k \Delta R$$

essendo k un coefficiente numerico costante che si può determinare sperimentalmente.

(1) L. c.

(2) Atti dell' Acc. Gioenia, Ser. 4ª, Vol. VIII; 1895.

Per misurare le piccole variazioni di resistenza degli elettroliti in soluzione ho istituito un metodo perfettamente analogo al precedente e rappresentato schematicamente dalla figura I, con la sola differenza che, invece della corrente continua, ho fatto circolare nel ponte la corrente alternata ottenuta mercè il commutatore girante.

I quattro vertici del ponte sono dei robusti cilindretti di ottone montati in croce sopra un grosso tappo d' ebanite che sormonta il tubo di vetro su cui sono avvolti ad elica bifilare i due lati AB ed AB' del ponte. Questi sono di manganina affinchè variino poco con la temperatura e sono altresì protetti da un secondo tubo di diametro maggiore dalle brusche variazioni di temperatura. Ho cercato di ottenerli di resistenza il più possibilmente eguale e dopo svariati tentativi, in ognuno dei quali era necessario disfare una saldatura e rifarla, sono riuscito a renderli rispettivamente di ohm 7,6610 ed ohm 7,6609 alla temperatura ambiente di 13^0, 8.

I due altri lati $A'B$ ed $A'B'$ del ponte sono costituiti da due tubi di vetro contenenti un elettrolita in soluzione, essi sono, per quanto è possibile, di dimensioni eguali e sono montati solidamente su una robusta tavoletta: la figura II ne rappresenta uno nella sua interezza.

La resistenza in massima parte è presentata dal liquido contenuto nel tratto K, avente il diametro interno di mm. 4, 1 e la lunghezza di mm. 27; i due tubi laterali F ed H hanno il diametro di mm. 12 circa; i tubi L ed L' del diametro di mm. 6,2, fissati a questi mercè il rispettivo tappo di sughero che attraversano, rappresentano i ben noti elettrodi di Paalzow.

Essi in base sono chiusi da un setto di pergamena vegetale e contengono una soluzione satura di solfato di zinco purissimo nella quale sono immerse due laminette di zinco distillato, ben amalgamate e saldate a due fili di rame del diametro di mm. 3. Questi fili di rame N ed N' attraversano liberamente i piccoli tappi di ebanite che chiudono superiormente i due tubi

L ed L', finiscono a vite nell' estremità superiore per un tratto di 2 cm. circa e s' avvitano fortemente a delle piattaforme di ottone, fisse, ben isolate e comunicanti, mercè fili di rame di resistenza trascurabile, coi rispettivi vertici del ponte.

Tra il vertice B e il filo di rame che con esso comunica trovasi inserita la spiralina a di nota resistenza, la quale può essere intercalata o esclusa, togliendo od immergendo nei due pozzetti di mercurio un grosso arco di filo di rame munito di un manico isolante.

Appena chiuso il circuito del galvanometro e messo in moto il commutatore girante ho constatato l' inesistenza di forze elettromotrici estranee ed ho chiuso il circuito della pila. In generale il galvanometro mi ha accusata una deviazione di pochi centimetri della scala, deviazione che si può ridurre a meno di 1 mm. con abbastanza facilità facendo variare la resistenza di uno dei due tubi, avvitando più o meno i suoi due elettrodi alle rispettive piattaforme.

Ottenuto l' equilibrio del ponte, esso persiste per parecchio tempo, giacchè per la simmetria esistente tra i suoi lati non si fanno quasi sentire le variazioni della temperatura ambiente ed è affatto trascurabile l' effetto termico della debole corrente che attraversa il ponte.

Per tarare l' apparecchio non si deve far altro che escludere la spiralina a mettendola in corto circuito, la deviazione corrispondente del galvanometro dà la misura della variazione di resistenza del lato $A'B$ del ponte, e conoscendo il valore di a si può subito determinare la sensibilità dell' apparecchio.

Essa è tale che, quando la resistenza del lato $A'B$ è intorno a 1000 ohm e la f. e. m. impiegata è quella di quattro accumulatori in serie, ossia 8 volta, si può constatare la variazione di resistenza di $\frac{1}{29000}$, corrispondente alla deviazione di mm. 0,1 della scala, che in certi casi si può apprezzare con estrema nettezza.

Con l' impiego di una f. e. m. maggiore si può raggiunge-

re una sensibilità più che doppia, a scapito, però, della costanza dei risultati.

Per constatare se la variazione di resistenza d' un ramo del ponte è proporzionale alla corrispondente deviazione del galvanometro, ossia se vale, come nel caso della corrente continua, la relazione lineare (1), ho costruito 7 piccole resistenze di manganina che chiamo con i primi 7 numeri romani, e i cui valori, determinati col ponte decadico e alla temperatura di 10°, 6 sono scritti accanto a ciascuna di esse.

Resistenza	I	ohm	0,168
»	II	»	0,256
»	III	»	0,440
»	IV	»	0,595
»	V	»	0,794
»	VI	»	1,046
»	VII	»	1,255

Al posto della spiralina *a* si pone la resistenza I che si mette in corto circuito e si equilibra il ponte ; s' intercala allora la resistenza I, si legge la corrispondente deviazione del galvanometro e si rimette in corto circuito , il galvanometro ritorna alla sua posizione d' equilibrio e al posto della I si pone la II con la quale si esegue l' identica operazione ; analogamente si opera con le successive resistenze sino alla VII. Dopo si procede in ordine inverso , cioè si leggono le deviazioni che subisce il galvanometro quando s' intercalano le 7 resistenze con ordine decrescente, e così di seguito.

Per la costanza dei risultati ottenuti, sia misurando al galvanometro le deviazioni sempre in un senso, sia misurandole nei due sensi, invertendo mercè il commutatore M la direzione della corrente alla fine di ogni serie di misure, mi limito a riportare soltanto i risultati esposti nella seguente tabella , dove chiamo con R la resistenza del ramo $A'B$ del ponte, con ΔR la varia-

zione di essa espressa in ohm ed esprimo in millimetri le deviazioni del galvanometro.

$F.\ E.\ M. = 8\ V$ (1) $R = 992\ \Omega$

	ΔR	Posizione del galv. iniz.	Posizione del galv. finale	Deviazione	Posizione del galv. iniz.	Posizione del galv. finale	Deviazione	Posizione del galv. iniz.	Posizione del galv. finale	Deviazione	Posizione del galv. iniz.	Posizione del galv. finale	Deviazione	Deviazione media
I	0, 168	250, 2	250, 6	0, 4	250, 5	250, 9	0, 4	250, 6	250, 9	0, 3	250, 4	250, 8	0, 4	0, 4
II	0, 256	250, 3	251, 0	0, 7	250, 5	251, 1	0, 6	250, 5	251, 1	0, 6	250, 5	251, 1	0, 6	0, 6
III	0, 440	250, 3	251, 6	1, 3	250, 5	251, 7	1, 2	250, 5	251, 6	1, 1	250, 6	252, 0	1, 4	1, 2
IV	0, 595	250, 2	252, 0	1, 8	250, 5	252, 1	1, 6	250, 5	252, 2	1, 7	250, 5	252, 2	1, 7	1, 7
V	0, 794	250, 0	252, 4	2, 4	250, 5	253, 0	2, 5	250, 5	252, 7	2, 2	250, 4	252, 7	2, 3	2, 3
VI	1, 046	250, 1	253, 2	3, 1	250, 6	253, 5	2, 9	250, 5	253, 2	2, 7	250, 5	253, 4	2, 9	2, 9
VII	1, 255	250, 2	254, 0	3, 8	250, 7	254, 6	3, 9	250, 5	254, 1	3, 6	250, 5	254, 0	3, 5	3, 7

Se si costruisce un diagramma prendendo per ascisse le variazioni di resistenza e per ordinate le medie deviazioni corrispondenti si vede che la linea rappresentativa è approssimativamente una retta, ciò che autorizza a ritenere la (1) valevole anche nel caso in esame e nei limiti suindicati.

IV.

L' obbiettivo per il quale ho sperimentato il metodo descritto si è stato di ricercare se la resistenza delle soluzioni acquose dei sali di ferro subisce variazione nel campo magnetico.

In alcune ricerche il Neesen (2) nel 1884 trovò che allorquando la direzione del campo è normale all'asse del tubo (posizione equatoriale) non vi è alcuna variazione nella resistenza d' una soluzione di vetriolo di ferro, e che quando le linee di forza magnetiche sono parallele all' asse del tubo (posizione lon-

(1) Questa f. e. m. rimane sensibilmente costante per delle ore intere.

(2) Wied. Ann. B. 23, s. 482; 1884.

gitudinale) la magnetizzazione sembra diminuire la detta resistenza.

Il metodo adottato da Neesen nelle sue misure è di poca esattezza e l'intensità del campo piccola, eccitando l'elettromagnete con la corrente fornita da 3 sole Bunsen, per cui era necessario ripetere le sue esperienze per accertare un fenomeno di tanta importanza.

Il Lussana (1) trattando incidentalmente la questione non ha osservato alcuna influenza del magnetismo sulla resistenza delle soluzioni di solfato ferroso. Il metodo usato da questo Autore consiste nell'impiego del ponte di Kohlrausch, la cui sensibilità era tale da avvertire al telefono una variazione di una unità sulla resistenza di 862 ohm presentata dalla soluzione cimentata in forti campi magnetici.

Hurmuzescu (2) riprendendo tali ricerche ha ricorso a soluzioni di solfato ferroso racchiuse in un tubo di vetro più volte incurvato su se stesso; la resistenza veniva misurata con l'aiuto dell'elettrometro capillare di Lippmann che dava il 0,0001 di volta. La sensibilità del metodo gli permetteva di apprezzare una variazione di resistenza eguale alla centesima parte della resistenza della soluzione, e cimentando questa anche in campi magnetici molto intensi non constatò alcuna variazione sensibile.

Contemporaneamente a Hurmuzescu, furono da G. Milani (3) eseguite delle esperienze che sono le più complete sull'argomento in questione. Il metodo da lui usato è fondato sull'impiego combinato degli elettrodi impolarizzabili di Paalzow e dell'elettrometro capillare, col quale misurava differenze di potenziale inferiori a $\frac{1}{12000}$ di volta. Nella sua nota l'Autore non dice quale sia il grado d'approssimazione raggiungibile col suo metodo ma da una misura da lui riportata, con breve calcolo ho potuto rica-

---

(1) N. C. T. XXXIV, p. 149; 1893.

(2) Eclairage électrique, T. XIII, pag. 361; 1897.

(3) N. C. T. VI, p. 191; 1897.

vare che la variazione di resistenza apprezzabile nelle sue ricerche non può essere inferiore ad $\frac{1}{1000}$, e forse ben lontana da questo limite, giacchè la sensibilità del suo elettrometro è molto prossima a quella dell' elettrometro capillare usato da Hurmuzescu. Il Milani in forza delle sue esperienze conchiude che il fenomeno indicato da Neesen non esiste o è talmente piccolo da non poter essere svelato dai mezzi di osservazione dei quali si è servito.

Dal 1897 sino ad oggi le cose son rimaste a questo punto e, per quante ricerche abbia fatte, non ho riscontrato altri lavori che trattino della conducibilità elettrica delle soluzioni di sali di ferro nel campo magnetico, per cui non ho creduto privo d' interesse d' intraprendere delle esperienze, servendomi del sensibilissimo metodo di cui dianzi mi sono occupato.

Uno dei due tubi contenenti una soluzione di solfato ferroso si poneva in posizione longitudinale tra le espansioni polari di una buona elettrocalamita di Faraday la quale si eccitava, con correnti d' intensità diversa, per mezzo di una batteria di 24 accumulatori e permetteva di ottenere un campo sensibilmente uniforme; la cui intensità veniva misurata mediante una spirale di bismuto. Il massimo valore del campo magnetico raggiunto in tali condizioni è di circa 1750 unità, e facendo variare l'intensità del campo sino a questo limite e cimentando soluzioni di solfato ferroso la cui concentrazione varia dal 5 al 50 $^{0}/_{0}$ circa, non ho trovato la benchè minima influenza del magnetismo sulla resistenza di dette soluzioni.

Volendo eseguire delle esperienze in campi ancora più intensi e col tubo situato in posizione longitudinale pensai d'incurvarlo ad *S* in maniera che la porzione rettilinea di esso presentasse la quasi totalità della resistenza; tale forma permettendo di avvicinare di molto tra di loro le espansioni polari dell' elettrocalamita consentiva di ottenere dei campi abbastanza intensi.

Prima però d' incurvare il tubo ho voluto constatare se il

magnetismo esercita alcuna influenza ponendo il tubo in posizione equatoriale; il massimo valore del campo magnetico in queste condizioni era di 7140 unità.

Appena eccitato il campo, notavo subito al galvanometro una deviazione la quale corrispondeva ad un aumento di resistenza che per campi d' intensità superiore a 4000 unità all'incirca era approssimativamente di $\frac{4}{1000}$ e si manteneva invariata cimentando soluzioni di diverse concentrazioni. Sopprimendo il campo il galvanometro ritornava lentamente verso la sua posizione iniziale, senza però raggiungerla.

L' indipendenza di tale variazione di resistenza dalla concentrazione mi fece nascere il dubbio che essa fosse dovuta ad un fenomeno secondario e per convincermi di ciò cimentai, invece che una soluzione di solfato ferroso, una soluzione satura di solfato di rame, per la quale, appena eccitato il campo magnetico, ottenni lo stesso aumento di resistenza.

Persuaso che tale fenomeno derivasse da qualche causa d'errore, in breve m' accorsi che esso era dovuto alle azioni perturbatrici delle masse polari dell' elettrocalamita sugli elettrodi che portavano la corrente nel tubo, e difatti avvitandoli alle loro rispettive piattaforme tenendoli il più possibile discosti dalle masse polari, il sucennato aumento di resistenza, per effetto del campo magnetico, divenne assolutamente non apprezzabile, sia per la soluzione di solfato di rame, sia per quelle di solfato di ferro.

In seguito piegai il tubo ad *S* e cimentai le solite soluzioni disponendolo longitudinalmente e tenendo gli elettrodi discosti dalle masse polari dell' elettromagnete, il quale in queste condizioni consentiva di raggiungere campi il cui massimo valore era di 6800 unità all' incirca.

In queste esperienze non notai pure alcuna variazione apprezzabile della resistenza delle soluzioni di solfato ferroso per effetto del campo magnetico, anche quando aumentando a 16

volta la f. e. m. della pila il metodo mi consentiva di apprezzare una variazione di resistenza di quasi $\frac{1}{60000}$.

Risultati perfettamente identici ai precedenti ottenni cimentando delle soluzioni di cloruro di ferro di diverse concentrazioni.

Dal Laboratorio di Fisica della R. Università di Catania, Marzo 1905.

Intorno a problemi di meccanica riducibili a quadrature

Memoria del Prof. G. PENNACCHIETTI

I. Siano:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = X, \frac{d^2y}{dt^2} = Y, \frac{d^2z}{dt^2} = Z \tag{1}$$

le equazioni differenziali del second' ordine pel moto d' un punto materiale, di massa eguale all' unità, libero nello spazio. In un precedente lavoro (*) ho supposto che i momenti della forza, rispetto a due assi coordinati, siano funzioni omogenee di grado negativo—2 delle coordinate del punto mobile, in guisa che si abbia:

$$x\,Y - y\,X = \frac{1}{x^2}\,\varphi\,(\eta\,,\,\zeta),$$

$$x\,Z - z\,X = \frac{1}{x^2}\,\psi\,(\eta\,,\,\zeta),$$

ove

$$\eta = \frac{y}{x}, \quad \zeta = \frac{z}{x},$$

sotto la qual forma, come nella tesi di abilitazione dimostrai (**), possono sempre immaginarsi poste le condizioni necessarie e sufficienti, affinchè più problemi del moto di un punto libero nello spazio, sotto l' azione di forze dipendenti dalle sole coordi-

(*) *Sopra una classe di problemi di meccanica riducibili a quadrature.* Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali in Catania, Serie IV, vol. XVII, anno 1904.

(**) *Sugl' integrali comuni a più problemi di Dinamica,* Annali della R. Scuola Normale Superiore di Pisa, vol. IV.

nate del punto, ammettano tre integrali primi comuni distinti non dipendenti esplicitamente dal tempo, nè ammettano un quarto integrale primo comune. Quando sono soddisfatte tali condizioni il mobile si trova sopra una stessa superficie conica per tutta la durata del movimento.

Nel citato lavoro che porta titolo analogo a quello del presente, ho supposto inoltre che la forza di componenti X, Y, Z, provenga da una funzione di forza $u\ (x,\ y,\ z)$ e che nelle due superiori relazioni si abbia di più :

$$\varphi = \frac{\partial v}{\partial \eta}, \quad \psi = \frac{\partial v}{\partial \zeta},$$

e ho dedotto da queste condizioni che i problemi $(X,\ Y,\ Z)$ soddisfacenti alle stesse sono tutti e soli quelli pei quali sussiste la funzione di forza :

$$u = \frac{1}{x^2 + y^2 + z^2} f\left(\frac{y^2 + z^2}{x^2}\right) + \frac{1}{x^2} f_1 \left(\frac{z}{y}\right) + F_1 \ (x^2 + y^2 + z^2),$$

ove f, f_1, F_1 sono tre funzioni arbitrarie degli argomenti posti in evidenza. In quello stesso lavoro ho dimostrato infine che tutti questi problemi sono riducibili a quadrature.

II. In ciò che segue un' altra classe di problemi riducibili a quadrature sarà invece dedotta dalle condizioni necessarie e sufficienti, a cui devono soddisfare le forze X, Y, Z, affinchè più sistemi (1), sempre nell' ipotesi che X, Y, Z, dipendano dalle sole coordinate, ammettano quattro integrali primi comuni distinti, in uno dei quali il tempo figuri esplicitamente unito alla costante arbitraria per via d' addizione.

Quando queste condizioni sono soddisfatte, il punto mobile si trova sopra una stessa superficie cilindrica per l' intera durata del movimento. Sebbene la classe di problemi, che, fra le altre che potrebbero pure aversi, è ottenuta nel presente scritto, sia meno estesa della prima e richieda svolgimenti molto più sem-

plici, tuttavia non sembra totalmente superfluo che quest' altra classe di problemi sia qui ancor essa indicata per ragione di analogia e come complemento in certo qual modo della precedente Nota.

III. Le condizioni necessarie e sufficienti per l' esistenza di quattro integrali comuni distinti, sempre nell' ipotesi che X, Y, Z dipendano dalle sole coordinate del punto, sono, come risulta dalla citata tesi di abilitazione:

$$a\,X + b\,Y = \varphi\,(\eta,\ \zeta)\ ,\ a\,X + c\,Z = \psi\,(\eta\ ,\ \zeta)\ , \tag{2}$$

ove adesso è posto:

$$\eta = a\,x + b\,y\ , \qquad \zeta = a\,x + c\,z. \tag{3}$$

Quattro integrali primi distinti del sistema (1) saranno in tal caso i quattro integrali primi distinti del seguente sistema:

$$\frac{d^2u}{dt^2} = \varphi\,(\eta,\ \zeta),\ \frac{d^2\zeta}{dt^2} = \psi\,(\eta,\ \zeta). \tag{4}$$

Queste due equazioni differenziali ordinarie del second'ordine si possono considerare appartenenti al moto d'un punto, di massa unitaria, in un piano sotto l'azione delle forze $\varphi\,(\eta,\ \zeta)$, $\psi\,(\eta,\ \zeta)$, essendo η, ζ le coordinate rettangolari del punto stesso nel piano.

Eliminando $\frac{d\eta}{dt}$, $\frac{d\zeta}{dt}$ dal sistema dei tre integrali primi, non dipendenti esplicitamente dal tempo, del sistema delle due equazioni differenziali (4), è manifesto che si otterrà un' equazione, contenente tre costanti arbitrarie, la quale rappresenta quella superficie cilindrica fissa, che sopra si è accennata e su cui il punto libero, mobile nello spazio, si trova costantemente per tutta la durata del movimento.

Ammessa, per il sistema (1), l' esistenza di una funzione di forza $u\,(x,\ y,\ z)$, si avrà, nell' ipotesi (2):

$$a\,\frac{\partial u}{\partial x} + b\,\frac{\partial u}{\partial y} = \varphi\,(\eta,\ \zeta)\ , \qquad a\,\frac{\partial u}{\partial x} + c\,\frac{\partial u}{\partial z} = \psi\,(\eta\ ,\ \zeta)\ ,$$

ovvero, prendendo, secondo le (3), per variabili x, η, ζ invece di x, y, z:

$$a\frac{\partial u}{\partial x}+(a^2+b^2)\frac{\partial u}{\partial \eta}+a^2\frac{\partial u}{\partial \zeta}=\varphi(\eta,\zeta),$$

$$a\frac{\partial u}{\partial x}+a^2\frac{\partial u}{\partial \eta}+(a^2+c^2)\frac{\partial u}{\partial \zeta}=\psi(\eta,\zeta).$$

Supponendo, per rendere omogenee queste due equazioni differenziali parziali di prim' ordine, che si abbia:

$$F(x,\eta,\zeta,u,)=0,$$

si otterranno le due equazioni:

$$(5)\quad\left\{\begin{array}{l} a\dfrac{\partial F}{\partial x}+(a^2+b^2)\dfrac{\partial F}{\partial \eta}+a^2\dfrac{\partial F}{\partial \zeta}+\varphi(\eta,\zeta)\dfrac{\partial F}{\partial u}=0,\\[2ex] a\dfrac{\partial F}{\partial x}+a^2\dfrac{\partial F}{\partial \eta}+(a^2+c^2)\dfrac{\partial F}{\partial \zeta}+\psi(\eta,\zeta)\dfrac{\partial F}{\partial u}=0,\end{array}\right.$$

i cui membri denoteremo con $A(F)$, $B(F)$ rispettivamente.

Dai noti criteri di integrabilità delle equazioni differenziali lineari omogenee si deduce subito, poichè F per ipotesi dipende necessariamente da u, che la condizione necessaria e sufficiente, perchè le equazioni (5) coesistano, è:

$$A(\psi)-B(\varphi)=0,$$

ovvero sviluppando:

$$(a^2+b^2)\frac{\partial \psi}{\partial \eta}+a^2\frac{\partial \psi}{\partial \zeta}-a^2\frac{\partial \varphi}{\partial \eta}-(a^2+c^2)\frac{\partial \varphi}{\partial \zeta}=0.$$

Quando è soddisfatta questa equazione, il sistema (5) è *Jacobiano* ed ammette due soluzioni distinte.

Supponiamo ora che si abbia altresì:

$$(6)\qquad \varphi=\frac{\partial v}{\partial \eta},\quad \psi=\frac{\partial v}{\partial \zeta},$$

sicchè anche pel sistema (4) esista una funzione di forza $v\,(\eta,\zeta)$.

La equazione precedente diverrà:

$$a^2 \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} + (c^2 - b^2) \frac{\partial^2 v}{\partial \eta\, \partial \zeta} - a^2 \frac{\partial^2 v}{\partial \zeta^2} = 0.$$

Questa integrata offre:

$$v = f\,(\lambda) + f_1\,(\mu)\,, \tag{7}$$

essendo:

$$\lambda = \zeta - m\eta\,, \qquad \mu = \zeta - m_1\,\eta\,, \tag{8}$$

f, f_1 funzioni arbitrarie degli argomenti λ, μ rispettivamente ed essendo m, m_1 le due radici dell' equazione di secondo grado:

$$m^2 - \alpha\, m - 1 = 0\,, \tag{9}$$

ove:

$$\alpha = \frac{c^2 - b^2}{a^2}\,.$$

Tali radici sono evidentemente reali e si supporranno anche disuguali, non credendo necessario doverci soffermare nel caso particolarissimo delle radici eguali.

Se, in virtù delle (8), invece delle variabili x, η, ζ, u, si assumono le variabili x, λ, μ, u, il sistema (5) diventa:

$$a \frac{\partial F}{\partial x} + \left[a^2 - m\,(a^2 + b^2)\right] \frac{\partial F}{\partial \lambda} + \left[a^2 - m_1\,(a^2 + b^2\right] \frac{\partial F}{\partial \mu} + \varphi \frac{\partial F}{\partial u} = 0, \tag{10}$$

$$a \frac{\partial F}{\partial x} + (a^2 + c^2 - m\,a^2) \frac{\partial F}{\partial \lambda} + a^2 + c^2 - m_1\,a^2) \frac{\partial F}{\partial \mu} + \psi \frac{\partial F}{\partial u} = 0. \tag{11}$$

Le tre soluzioni della (10), in virtù delle (6), (7), (8), sono:

$$a\,\lambda + [a^2 - m\,(a^2 + b^2)\,]\; x = \rho\,, \tag{12}$$

$$a\,\mu - [a^2 - m_1\,(a^2 + b^2)\,]\; x = \sigma\,, \tag{13}$$

$$\frac{m}{a^2 - m\,(a^2 + b^2)}\, f\,(\lambda) + \frac{m_1}{a^2 - m_1\,(a^2 + b^2)}\, f\,(\mu) + u = w. \tag{14}$$

Se, invece delle variabili x, λ, μ, u, prendiamo nella (11) le variabili x, ρ, σ, w, si verificherà agevolmente che la variabile x sparisce nel risultato. Basta a tale uopo osservare che il coefficiente di $\frac{dF}{dw}$ nella equazione trasformata è la somma delle due funzioni $f'(\lambda)$, $f_1'(\mu)$, ciascuna con un coefficiente costante che si trova essere nullo pel solo fatto che m, m_1 sono le due radici della equazione quadratica (9).

La (11) si riduce in tal modo alla equazione semplicissima seguente:

$$(m\,b^2 + c^2)\frac{\partial F}{\partial \rho} + (m_1\,b^2 + c^2)\frac{\partial F}{\partial \sigma} = 0,$$

la quale definisce F come funzione delle tre variabili ρ, σ, w ed ha per soluzione:

$$(15)\qquad (m_1\,b^2 + c^2)\,\rho - (m\,b^2 + c^2)\,\sigma = \tau,$$

$$w = \text{cost}$$

oltre la soluzione evidente:

$$F = \text{cost.}$$

La equazione che serve a determinare u, è adunque della forma:

$$f_2(w, \tau) = 0.$$

La equazione che si ottiene risolvendo quest' ultima rispetto a w, sia:

$$w = F(\tau).$$

Da questa e dalla (14) si ottiene la seguente espressione della funzione di forza u:

$$(16)\qquad u = F(\tau) + \frac{m}{m\,(a^2 + b^2) - a^2}\,f(\lambda) + \frac{m_1}{m_1\,(a^2 + b^2) - a^2}\,f_1(\mu),$$

nella quale devono intendersi fatte le posizioni (15), (12), (13), (8), (3).

Dalle (6), (7), (8) si deduce facilmente:

$$\psi - m\,\varphi = (1 + m^2)\, f'\,(\zeta - m\,\eta),$$

da cui, per le (4) e per la prima delle (8):

$$\frac{d^2\lambda}{dt^2} = (1 + m^2)\, f'\,(\lambda).$$

Questa integrata offre immediatamente:

$$(A) \qquad \left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 - 2\,(m^2 + 1)\, f\,(\lambda) = C\,,$$

$$(B) \qquad \int \frac{d\lambda}{\sqrt{2\,(m^2 + 1)\, f\,(\lambda) + C}} = t + C_1.$$

Il sistema (4) ammette l'integrale primo:

$$(C) \qquad \frac{1}{2}\left[\left(\frac{d\eta}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\zeta}{dt}\right)^2\right] - v\,(\eta, \zeta) = k,$$

ove v è la funzione (7).

Questo è l'integrale delle forze vive nel moto del punto del piano ed è pure un integrale del problema del moto libero nello spazio, quando per η, ζ si pongano le espressioni (13).

Le equazioni *(A)*, *(B)*, *(C)*, nelle quali λ è dato dalla prima delle (8), sono tre integrali del sistema (4).

La quarta equazione integrale dello stesso sistema (4), sempre nella ipotesi (6), (7), (8), (9), si ricava mediante quadrature dalle equazioni *(A)*, *(B)*, *(C)*, e sia:

$$(D) \qquad \pi\left(\eta\,,\ \zeta\,,\ \frac{d\eta}{dt}\,,\ \frac{d\zeta}{dt}\right) = C_2\,.$$

Quest' equazione è anche un integrale dei problemi del moto libero nello spazio definiti dalla funzione di forza (16).

Una quinta equazione integrale pel moto del punto nello spazio è quella delle forze vive:

$$(E) \qquad \frac{1}{2}\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right] - u = h,$$

essendo la funzione u data sempre dalla (16).

Dalle cinque equazioni integrali (A), (B), (C), (D), (E) si dedurrà finalmente con quadrature il sesto ed ultimo integrale del problema caratterizzato dalla espressione (16) della funzione di forza u.

Osserviamo in ultimo che, eliminando dalle equazioni (A), (C), (D), con riguardo alla prima delle (8), le quantità $\frac{d\eta}{dt}$, $\frac{d\zeta}{dt}$, si otterrà un'equazione della forma:

$$F_1(\eta, \zeta, C, k, C_2) = 0,$$

contenente tre costanti arbitrarie C, k, C_2, la quale rappresenta la traiettoria nel problema del moto del punto nel piano, mentre pel problema del moto del punto nello spazio, rappresenta una superficie cilindrica sulla quale si troverà il mobile per tutta la durata del movimento.

Catania, R. Università, 10 luglio 1905.

Memoria VIII.

Risultati delle osservazioni meteorologiche del 1904 fatte nel R. Osservatorio di Catania

Nota di A. RICCÒ e L. MENDOLA

551. 56 (458)

Il luogo, gli strumenti meteorici, le ore di osservazione e il modo di fare le medie degli elementi osservati, sono quelli stessi adoperati nei dodici anni precedenti, e se ne trova la descrizione nella nota pubblicata nel 1898 [1]): rammentiamo qui soltanto che le coordinate geografiche dell' Osservatorio sono:

Latitudine boreale	37° 30′ 13″,21
Longitudine Est da Greenwich .	1^h 0^m 18^s, 9

e che il pozzetto del barometro è elevato 64, 9 m. sul livello medio del mare, e 19 m. sul suolo: gli altri strumenti meteorici circa altrettanto.

I quadri N. 1, 2 e 3 contengono i risultati delle osservazioni dell' anno meteorico 1904 (dicembre 1903 a novembre 1904): nei primi due si aggiungono da quest' anno anche i valori del dicembre successivo, allo scopo di trovare nello stesso quadro i dati di tutto l' anno civile, e si riportano in fondo anche le medie relative a questo intervallo: come ne' precedenti riassunti le temperature e pressioni barometriche non sono ridotte al livello del mare, nè queste ultime al valore normale della gravità.

Non essendo state eseguite più dal dicembre 1903 le osservazioni di temperatura del suolo per la mancanza dei geoter-

[1]) Riccò A. e Saija G., *Risultati delle osservazioni meteorologiche fatte nel quinquennio 1892-96 all' Osservatorio di Catania* — Atti dell'Acc. Gioenia di scienze naturali, Serie 4ª Vol. XI. Catania, 1898.

mometri che accidentalmente furono rotti e che non si è creduto necessario rimpiazzare [1]), abbiamo soppresso nel quadro N. 1 le tre colonne relative, sostituendovi la pressione, la tensione del vapore acqueo e l' umidità relativa che facevano parte del quadro N. 2. In questo aggiungiamo una colonna per la direzione dominante del vento, cioè quella che, escludendo le calme, si è presentata il più grande numero di volte nelle osservazioni delle ore 9, 15 e 21. E poichè hanno destato abbastanza interesse gli studj sulla trasparenza relativa dell' atmosfera terrestre, ed osservazioni in proposito sono state istituite nel nostro Osservatorio sin dal gennajo 1901 per lo strato di aria compreso fra l'Osservatorio di Catania e la cima dell'Etna [2]), riportiamo nello stesso quadro N. 2 i valori della trasparenza media e della frequenza della massima, riferite alla scala seguente :

0. Etna affatto invisibile,
1. Visibile appena il solo contorno dell' Etna,
2. » il contorno e qualche particolare,
3. » » » » molti particolari,
4. » » » » tutti i particolari,
5. Visibilità e trasparenza straordinarie.

Nel Quadro N. 4 si trovano de' singoli elementi i valori medi dedotti dal tredicennio di osservazioni dicembre 1901 a novembre 1904, valori che consideriamo provvisoriamente come *normali*. Della temperatura si riportano nella seconda colonna i valori ridotti col calcolo al livello medio del mare: così ancora la quarta colonna contiene i valori della pressione atmosferica ridotta al livello del mare e al valore g_{45} della gravità alla latitudine di 45^0.

Confrontando i valori delle stagioni e dell' anno meteorico

---

[1]) Sul dodicennio di osservazioni già eseguite sarà prossimamente pubblicato uno studio.

[2]) RICCÒ A. e MENDOLA L., *Variazioni della trasparenza dell'atmosfera terrestre nel triennio 1901-'02-'03* — Boll. dell' Acc. Gioenia di scienze naturali, N. S. Fasc. LXXXII. Catania, luglio 1904. E *Trasparenza relativa dell' aria atmosferica nel triennio 1901-'02-'03* Mem. della Soc. degli Spettroscop. italiani, Vol. XXXIII. Catania, 1904.

in esame con i corrispondenti dell' anno precedente , abbiamo ottenuto il seguente specchietto :

	Temperatura dell' aria	Pressione atmosferica	Tensione del vapore	Umidità relativa	Evaporazione all' ombra	Pioggia totale	Nebulosità	Insolazione
	o	mm	mm		mm	mm		
Inverno . . .	+ 0, 9	— 5, 8	+ 0, 60	+ 2, 8	— 0, 07	+306, 5	+ 8, 0	— 0, 12
Primavera . .	+ 0, 7	+ 0, 3	+ 0, 84	+ 4, 0	— 0, 75	+128, 1	— 10, 2	+ 0, 08
Estate . . .	+ 1, 4	+ 0, 5	+ 0, 51	+ 1, 7	+ 0, 15	+ 25, 4	+ 5, 2	— 0, 03
Autunno. . .	— 0, 9	— 1, 4	+ 3, 68	+ 3, 9	— 0, 50	+190, 8	+ 16, 5	+ 0, 06
Anno. . . .	+ 0, 5	— 1, 5	+ 1, 65	+ 3, 2	— 0, 30	+650, 8	+ 4, 9	0, 00

Degni di nota sono i valori della temperatura, più elevati fino all' estate; quelli più bassi della pressione nell' inverno e nell' autunno e dell'evaporazione in quasi tutte le stagioni, non che quelli più elevati in tutto l' anno della tensione del vapore, dell' umidità relativa e della quantità di pioggia. Riguardo a quest' ultima si può fare la considerazione opposta a quella fatta nel precedente riassunto, cioè che le divergenze—tutte grandi— sono dovute tanto alla eccessiva scarsità dell' anno precedente, quanto alla grande abbondanza di quest' anno.

Passando poi a paragonare gli stessi valori con quelli medi del tredicennio si ha quest' altro specchietto :

	Temperatura dell' aria	Pressione atmosferica	Tensione del vapore	Umidità relativa	Evaporazione all' ombra	Pioggia totale	Nebulosità	Insolazione
	o	mm	mm		mm	mm		
Inverno . . .	+ 0, 6	— 1, 9	+ 0, 31	+ 1, 2	+ 0, 01	+204, 0	+ 9, 3	— 0, 13
Primavera . .	+ 0, 6	+ 0, 3	+ 0, 52	+ 1, 6	— 0, 09	+ 68, 8	— 4, 6	+ 0, 02
Estate . . .	+ 0, 7	+ 0, 3	+ 0, 51	+ 0, 3	+ 0, 18	+ 18, 1	+ 1, 1	— 0, 09
Autunno. . .	- 1, 8	— 0, 7	— 0, 86	+ 0, 2	— 0, 46	+ 46, 6	+ 7, 3	0, 00
Anno. . . .	0, 0	— 0, 5	+ 0, 12	+ 0, 8	— 0, 08	+337, 4	+ 3, 2	— 0, 04

Le conclusioni che da questo si ricavano sono del tutto analoghe a quelle di sopra. Ma anche quest' anno — come nei due precedenti — merita speciale attenzione la quantità di pioggia caduta. Di fatto quest' ultimo triennio presenta dei valori eccezionali: paragonati con quelli di tutto il trentanovennio 1865-1904 [1]), si è visto come quello del 1902 (1043, 4) rappresenti il massimo assoluto, e quello del 1903 (326, 9) sia il terzo dei più piccoli (essendosi avuto 190,5 nel 1867 e 308,6 nel 1871): ora si vede che il valore del 1904 (977,7) tien dietro immediatamente a quello del 1902, mandando al 3° posto quello del 1880 (882,7).

Nel 1904 abbiamo osservato dei *crepuscoli rosei* di mediocre intensità (3, essendo 10 i massimi del 1883-'4) alle seguenti date: febbraio 11 e 12, maggio 16 a 19. Dal 10 agosto al 7 novembre non si son fatte osservazioni apposite dei crepuscoli, ma non risulta che ve ne siano stati dei così notevoli da richiamare l' attenzione del personale di quest' Osservatorio. Nè mai si è visto attorno al sole nel 1904 traccia del cerchio di diffrazione detto di *Bishop*; neppure nella forma di arco o ponte sopra il sole tramontato da poco.

Catania, marzo 1905.

---

[1]) Mendola L., *La pioggia in Catania dal 1865 al 1900* — Atti dell' acc. Gioenia di scienze naturali, Ser. 4ª Vol. XV, Catania, 1902.

Quadro n. 1 — 1904.

	Temperatura media dell' aria	Medie dei massimi diurni di temperatura, dei minimi e delle escurs.			Temperatura del sotterraneo	Temperatura acqua del pozzo	Pressione atmosferica	Tensione del vapore acqueo	Umidità relativa
		M	m	E					
	°	°	°	°	°	°	mm	mm	
Dicem. 1903	12, 3	15, 6	9, 5	6, 1	14, 1	16, 1	753, 6	7, 76	70, 0
Gennajo '904	*10, 5*	13, 4	*8, 0*	*5, 4*	12, 7	16, 0	757, 1	7, 31	**74, 5**
Febbrajo. .	12, 5	16, 4	9, 2	7, 2	*12, 5*	*15, 9*	*753, 5*	*6,80*	59, 9
Marzo . . .	12, 4	15, 2	9, 3	5, 9	13, 0	16, 1	754, 0	8, 16	71, 0
Aprile . . .	15, 6	19, 5	11, 7	7, 9	14, 0	16, 1	755, 3	9, 02	65, 3
Maggio . .	20, 0	24, 5	15, 2	**9, 3**	15, 8	16, 2	**757, 7**	9, 53	53, 6
Giugno . .	24, 1	27, 9	19, 5	8, 4	18, 9	16, 3	756, 8	12, 90	55, 6
Luglio. . .	**27, 0**	**31, 2**	22, 3	8, 9	21, 2	16, 3	755, 8	**13, 90**	51, 0
Agosto. . .	26, 2	30, 4	21, 5	8, 9	**22, 3**	**16, 4**	757, 0	13, 40	*50,8*
Settembre .	22, 9	26, 7	19, 0	7, 8	21, 7	16, 3	756, 4	13, 11	61, 5
Ottobre . .	18, 4	22, 1	15, 0	7, 1	19, 4	16, 3	756, 0	11, 35	68, 7
Novembre .	13, 2	16, 8	10, 0	6, 8	15, 6	16, 2	757, 1	7, 96	67, 2
Dicembre .	11, 0	14, 7	7, 8	6, 9	12, 9	16, 1	757, 6	6, 91	66, 7
Inverno . .	11, 7	15, 1	8, 9	6, 2	13, 1	16, 0	754, 8	7, 30	68, 3
Primavera.	16, 0	19, 7	12, 1	7, 7	14, 3	16, 1	755, 7	8, 90	63, 3
Estate . . .	25, 8	29, 8	21, 1	8, 7	20, 9	16, 3	756, 5	13, 41	52, 4
Autunno. .	18, 2	21, 9	14, 6	7, 2	18, 9	16, 3	756, 5	10, 81	65, 5
Anno meteor.	17, 9	21, 7	14, 2	7, 5	16, 8	16, 2	755, 9	10, 11	62, 4
» civile.	17, 8	21, 6	14, 0	7, 5	16, 8	16, 2	756, 2	10, 04	62, 1

Quadro N. 2 — 1904.

	Evaporazione all' ombra	Pioggia totale	Vento dominante	Nebulosità	INSOLAZIONE			TRASPARENZA atmosferica	
					A	B	A/B	Valore medio	Frequenza della massima
	mm	mm			h	h			
Dicem. 1903	1, 72	117, 9	SW	**65, 8**	*62, 3*	*296, 5*	*0, 21*	3, 4	0, 15
Gennajo '904	*1, 26*	**317, 5**	N	62, 5	82, 0	305, 1	0, 27	**3, 9**	**0, 50**
Febbrajo. .	2, 83	14, 0	NW	45, 2	133, 2	312, 3	0, 43	3, 6	0, 13
Marzo . . .	1, 77	142, 6	NE	51, 5	156, 3	370, 4	0, 42	3, 5	0, 17
Aprile . . .	2, 40	23, 1	NE	45, 4	190, 6	394, 4	0, 48	3, 2	0, 15
Maggio . .	3, 96	14, 7	NE, SE	20, 8	266, 8	438, 4	0, 61	3, 5	0, 10
Giugno . .	4, 36	9, 7	E	27, 3	226, 1	439, 9	0, 51	*2, 9*	0, 06
Luglio . . .	5, 45	*9, 4*	E	20, 4	228, 2	**446, 6**	0, 51	3, 0	0, 04
Agosto . .	**5, 90**	22, 2	E	*10, 2*	**295, 0**	419, 0	**0, 70**	3, 4	0, 02
Settembre .	3, 75	40, 5	NE	46, 1	203, 2	370, 8	0, 55	3, 0	*0, 00*
Ottobre . .	2, 38	142, 5	W	51, 4	178, 2	345, 8	0, 52	3, 3	0, 16
Novembre .	1, 98	123, 6	SW	55, 1	122, 4	303, 1	0, 40	3, 4	0, 12
Dicembre .	1, 68	57, 1	W	42, 7	127, 1	296, 5	0, 43	2, 6	0, 12
Inverno . .	1, 92	449, 4	NW	58, 1	277, 5	913, 9	0, 30	3, 6	0, 25
Primavera .	2, 71	180, 4	NE	39, 2	613, 7	1203, 2	0, 51	3, 4	0, 14
Estate . . .	5, 25	41, 3	E	19, 2	749, 3	1305, 5	0, 57	3, 1	0, 04
Autunno. .	2, 70	306, 6	NE	50, 8	503, 8	1019, 7	0, 49	3, 3	0, 10
Anno meteor.	3, 15	977, 7	NE	41, 8	2144, 3	4442, 3	0, 48	3, 3	0, 12
» civile	3, 15	916, 9	NE	39, 8	2209, 1	4442, 3	0, 50	3, 2	0, 12

Quadro N. 3 — 1904.

		Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Anno
Frequenza della calma e dei venti	C.	21	19	26	34	100
	N.	13	3	1	2	19
	NE	9	26	14	15	64
	E.	2	7	20	9	38
	SE	0	11	14	5	30
	S	5	2	1	1	9
	SW.	19	7	6	10	42
	W	1	12	6	10	29
	NW	21	5	4	5	35
Meteore acquee—numero dei giorni	sereni.	18	36	68	26	148
	misti	44	40	22	41	147
	coperti	29	16	2	24	71
	con pioggia .	48	28	12	34	122
	con grandine .	3	3	1	1	8
	con nebbia . .	11	8	4	4	27
	con brina . .	0	0	0	0	0
	con temporale	9	9	17	21	56
	con scariche elettriche	32	26	37	25	120

ESTREMI METEOROLOGICI ANNUI OSSERVATI	Massimo	Minimo
Temperatura dell' aria	36, 2 26 luglio	4, 3 19 gennajo
Temperatura del sotterraneo	24, 9 23 agosto	10, 5 26 febbrajo
Temperatura acqua del pozzo	16, 4 26 agosto	15, 8 24 febbrajo
Pressione atmosferica	766, 4 13 febbr. 9^h	740, 8 1 marzo 8^h
Tensione vapore acqueo	19, 08 21 luglio 9^h	2, 41 1 febbr. 15^h
Umidità relativa	100 7 genn. 9^h	14 21 luglio 15^h
Evaporazione all' ombra	17, 98 23 agosto	0, 32 16 dicembre
Pioggia in 24^h	105, 9 28 marzo	—
Velocità oraria del vento	55 km N 22 dic. 21^h	—

Quadro N. 4 — Medie 1892-1904.

	Temperatura dell' aria		Pressione atmosferica		Tensione del vapore acqueo	Umidità relativa	Evaporazione all' ombra	Pioggia totale	Nebulosità	Insolazione
	all' osservatorio	ridotta al mare	all'osservatorio	rid. al mare e a g_{45}						
	o	o	mm	mm	mm		mm	mm		
Gennajo . .	*10, 2*	*10, 6*	757, 2	762, 7	*6, 56*	66, 5	*1, 79*	81, 4	47, 0	0, 45
Febbrajo. .	11, 1	11, 5	756, 3	761. 7	6, 85	65, 9	2, 05	62, 6	48, 4	0, 46
Marzo . . .	12, 5	13, 0	755, 2	760, 6	7, 34	64, 6	2, 27	53, 9	47, 1	0, 48
Aprile . . .	15, 1	15, 5	*755, 1*	*760, 4*	8, 32	62, 8	2, 66	37, 2	46, 1	0, 46
Maggio . .	18, 5	18, 9	755, 7	760, 9	9, 47	57, 5	3, 47	20, 5	38, 1	0, 53
Giugno . .	22, 9	23, 2	756, 2	761, 4	11, 73	53, 0	4, 49	6, 7	26, 0	0, 60
Luglio. . .	**26. 3**	**26, 6**	755, 9	761, 0	13, 01	*49, 5*	**5, 54**	*2, 6*	*11, 9*	**0, 69**
Agosto. . .	26, 2	26, 5	756, 5	761, 6	**13, 97**	53, 8	5, 17	14, 0	16, 3	0, 68
Settembre .	24, 0	24, 4	757, 1	762, 3	13, 28	58, 9	4, 44	52, 9	30, 2	0, 56
Ottobre . .	20, 5	20, 9	757, 1	762, 3	12, 19	66, 5	3, 00	91, 5	47, 8	0, 48
Novembre .	15, 4	15, 8	**757, 4**	**762, 7**	9, 55	**70, 5**	2, 04	**115, 6**	**52, 5**	0, 43
Dicembre .	11, 8	12, 1	756, 5	761, 9	7, 56	69, 6	1, 87	101, 5	50, 1	*0,39*
Inverno . .	11, 1	11, 4	756, 7	762, 1	6, 99	67, 3	1, 91	245, 4	48, 8	0, 43
Primavera .	15, 4	15 ,8	755, 4	760, 7	8, 38	61, 7	2, 80	111, 6	43, 8	0, 49
Estate . . .	25, 1	25, 4	756, 2	761, 4	12, 90	52, 1	5, 07	23, 2	18, 1	0, 66
Autunno. .	20, 0	20, 4	757, 2	762, 4	11, 67	65, 3	3, 16	260, 0	43, 5	0, 49
Anno . . .	17, 9	18, 3	756, 4	761, 7	9, 99	61, 6	3, 23	640, 3	38, 6	0, 52

Laboratorio di Zoologia della R. Università di Catania

Sull' organo genitale e sulle lacune aborali del *Phillophorus urna* (Grube)

Memoria del Dottor GIOVANNI POLARA

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DEI MEMBRI EFFETTIVI
PROFF. F. CAVARA ed A. RUSSO (*relatore*)

Le difficoltà di tecnica, che fanno degli Echinodermi uno dei gruppi più difficili, felicemente superate, i risultati nuovi ed interessanti, sia per la conoscenza speciale degli organi presi in esame, sia per le considerazioni generali, riguardanti le affinità del *Phyllophorus* ed il posto che ad esso debba assegnarsi nel *Sistema*, rendono la Memoria del Dott. Polara degna di molta considerazione e perciò proponiamo che venga inserita negli Atti della nostra Accademia.

Nessuno degli osservatori, che si sono occupati dell' anatomia delle Oloturie, ha descritto con precisione l'organo genitale del *Phyllophorus urna*, il quale per la sua peculiare funzione e struttura avrebbe meritato uno studio più attento e particolareggiato.

Jourdan (1) lo paragonò ad un *bouquet* di tubi ciechi attaccati sul lato destro della parte anteriore del *mesentere dorsale*. Egli, avendo rilevata la particolare costituzione istologica dei ciechi genitali, nota principalmente che mentre le cellule peri-

(1) JOURDAN. *Recherches sur l'istologie des Holothuries*. Annales du musée d'hist. nat. de Marseille. Zoologie T. I, N. 6 Marseille 1883.

toneali, che rivestono i ciechi, nella maggior parte delle Oloturie, sono piatte, nel *Phyllophorus* sono cilindriformi, con contorni difficilmente distinguibili e contenenti *globuli ialini bruni*. Ma, *Jourdan* non ha dato alcuna importanza a tali elementi e non ha giustamente apprezzato la funzione dei globuli ialini bruni, avendoli paragonato ai granuli di pigmento, mentre, come si è dimostrato in un precedente lavoro (1), essi sono di tutt'altra natura.

Analogamente *Otto Hamann* (2) in *Cucumaria cucumis* ed *Hérouard* (3) in *Cucumaria tergestina* descrissero le cellule peritoneali dei ciechi genitali come disposte a palizzata o cilindriformi, senza attribuire loro alcun significato.

Oltre alle questioni istologiche però, molte altre si riferiscono alla costituzione generale dell'organo, ai rapporti dei ciechi col gonodutto ed alle lacune che lo accompagnano; questioni sulle quali finora non si ha alcuna osservazione e intorno a cui il mio contributo è quasi del tutto nuovo.

Ciechi genitali e loro rapporti con il gonodutto

L'organo genitale del *Phyllophorus urna* è costituito da tubi ciechi posti nell' *interradio CD,* ai due lati del mesentere dorsale. Esso occupa tutto il terzo medio del corpo e precisamente quello spazio lasciato libero dal tubo digerente, il quale, dopo un decorso rettilineo, si tira alquanto indietro, descrivendo presso a poco un semicerchio, il cui diametro è appunto rappresentato dal terzo medio del corpo, in cui è situato l'organo genitale.

I ciechi genitali sono disposti in due serie longitudinali ai due lati del mesentere dorsale. Ognuna delle due serie risulta di

---

(1) Russo e Polara — *Sulla secrezione interna delle cellule peritoneali della Gonade del Phyllophorus urna* (Grube). (Questo stesso Volume).

(2) Hamann. *Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Die Holothurien.* Jena. p. 100. 6 taf. 1884-85.

(3) Herouard. *Recherches sur les Holothuries des côtes de France.* Arch. Zo. Exper. (2) T. 7. 1889.

due o più strati di ciechi quasi tutti di uguale lunghezza e diametro, come si può osservare nella qui annessa figura.

Organo genitale di *Phyllophorus urna,* adulto, in cui si osserva la disposizione dei ciechi genitali ai due lati del mesentere dorsale e del gonodutto — Grandezza naturale. (Da fotografia).

Aprendo un *Phyllophorus* adulto dalla parte ventrale e rimuovendo l'intestino, si vedono, quasi nel centro dell'interradio *CD*, i tubi genitali disposti quasi come le due metà delle pagine di un libro, tenuto aperto e separati dal tratto mesenteriale, come si vede meglio nella fig. 1 della Tav.

Questa disposizione dei ciechi è caratteristica del *Phyllophorus*, essendo essi nelle altre Oloturie per lo più disposti su di un solo lato del mesentere. Inoltre, mentre nelle altre Oloturie e nelle *Synapta* i ciechi si dirigono sempre dall' intestino verso la parete dorsale, nel *Phyllophorus* la loro direzione è invertita, cioè dalla parete dorsale discendono verso il tubo digerente.

I ciechi del *Phyllophorus* non presentano quasi mai ramificazioni, sono di lunghezza relativamente piccola e costante, solo di tanto in tanto se ne riscontra qualcuno , che si biforca alla sua estremità. Ciascuno di essi sbocca per conto proprio nel *gonodutto*, mentre nelle Oloturie in genere i ciechi si riuniscono fra di loro prima di convergere nel canale escretore comune. Ne consegue che nell'*H. tubolosa*, *Poli* ed in altre il punto di convergenza dei ciechi è rappresentato da uno slargamento ad *ampolla*, mentre nel *Phyllophorus* tale formazione non esiste e si osservano solo per lungo tratto del *gonodutto* i ciechi stessi che comunicano indipendenti con esso.

I ciechi nei vari individui esaminati, pur essendo sempre

brevi, hanno lunghezza variabile, però nessuna relazione si può stabilire fra la loro lunghezza e quella dell'animale. Infatti, mentre ho trovato ciechi lunghi mm. 11-12 in un individuo di cm. 9, ne ho trovato anche di cm. 1-2, 2 in individui di cm. 3-10.

I ciechi presentano in ogni caso una colorazione particolare, non però simile per tutti gl' individui, essendo alcuni colorati in giallo, altri in rosso chiaro, altri, i più, in rosso bruno. A tale proposito bisogna avvertire che non si è potuto stabilire una relazione fra il colore dell' organo ed il sesso dell'animale, come si osserva nelle altre Oloturie.

Il condotto genitale o gonodutto è rappresentato da una cavità a sezione circolare ed è compreso fra le due pareti peritoneali del mesentere dorsale. Esso è situato ad $^1/_5$ circa dell'altezza del mesentere stesso, quasi a ridosso della parete dorsale del corpo, parallelamente alla quale decorre. Il *gonodutto*, slargato alquanto per il lungo tratto in cui sboccano i ciechi, è invece molto stretto per il resto del suo tragitto. In basso esso termina dove finisce l' inserzione dei ciechi, in alto si continua, attraversando tutto il terzo anteriore del corpo, per sboccare all'esterno nell' interradio *CD*, mediante una papilla, a forma di *pene*, terminata ad uncino leggermente incurvato verso il basso e posto quasi alla metà del *colletto*, che porta i tentacoli.

Nelle sezioni di un cieco si osservano a partire dall' esterno i seguenti strati:

L' epitelio peritoneale, formato da cellule allungate, con nucleo spostato verso la parete, e contenenti numerosi globuli rotondeggianti, facilmente colorabili con l' Emallume, l' Ematossilina Erlick e coi colori di Carminio. Fra tali cellule ne sono intercalate altre sottilissime che funzionano da cellule di sostegno, come si è detto in un precedente lavoro (1).

I globuli sono in così gran numero da occupare l' intera cellula e da impedire che di essa si possano bene osservare i li-

(1) RUSSO e POLARA — Cfr. sup.

miti. Bisogna ricorrere a sezioni molto sottili e a colorazioni molto intense per poterne distinguere il contorno.

La forma allungata e quasi cilindrica di queste cellule, il loro nucleo addossato alla parete e più di tutto il grande ammasso di globuli di varia grandezza mostrano che sono di natura diversa di quelle descritte nelle altre Oloturie. Come si è dimostrato nel lavoro precedentemente citato, tali elementi sono differenziati in cellule secretrici, che, per un' attività specifica del protoplasma, producono sostanze albuminoidee che versano nell' interno della gonade per nutrire gli elementi sessuali, ovvero per rendere possibile lo sviluppo dell' embrione, che si compie nell' interno dell' organismo.

Nel punto in cui i ciechi convergono nel *gonodutto* l'epitelio celomico è molto basso e quasi piatto, come si vede nella fig. V.

Le cellule peritoneali poggiano su di uno strato connettivale esilissimo che forma una membrana basale, al di sotto della quale si trova uno strato di fibre muscolari circolari assai pronunziato negl' individui molto avanti nello sviluppo, la cui presenza pare abbia importanza per la espulsione degli embrioni.

Al di sotto di questo strato ve n' è uno di connettivo a fasci longitudinali, i quali formano spazi molto larghi, pieni di abbondante coagulo filiforme od omogeneo, in cui sono sparsi degli *amebociti* isolati od aggruppati in sincizi. Tale connettivo è una continuazione di quello formante la membrana basale sopradescritta. Esso si continua nella parte più interna con le fibre connettivali, che costituiscono un' altra membranella basale, su cui si adagia l' epitelio germinativo, il quarto ed ultimo strato.

Nei ciechi femminili si osserva che le uova sono circondate da un follicolo costituito da cellule esilissime con un nucleo appiattito, che nell' insieme formano una sottilissima membrana.

Le uova hanno una vescicola germinativa molto grande, ricca di grossi granuli cromatici, e il vitello alveolare.

È notevole che attorno alle uova si trovano molti *amebociti,* dei quali alcuni si addossano alla loro superficie. Il loro ufficio

probabilmente è quello di trasportare agli elementi sessuali le sostanze nutritive, che si producono nelle cellule peritoneali.

L' epitelio interno dei testicoli presenta delle sporgenze alternantesi con incavature a mo' di villi, mentre l' epitelio dei ciechi femminili è a contorno più regolare, sebbene spesso sollevato qua e là da coaguli raccolti nel connettivo sottostante.

Lacuna genitale o aborale e seno aborale.

La lacuna genitale del *Phyllophorus urna* presenta una disposizione morfologica, che molto si allontana da quanto si è osservato nelle altre Oloturie finora studiate da questo punto di vista (Hol. tubulosa e H. Poli, ecc.).

Dagli *spazi periesofagei* si origina una cavità lacunare che è contenuta nel mesentere dorsale ed addossata all' intestino, parallelamente al quale essa decorre. Alla metà del terzo anteriore del corpo, prima di giungere, cioè, a livello dell' organo genitale, essa, pur continuandosi da un lato con la lacuna marginale dell' intestino, manda un ramo, che raggiunge l' organo genitale e lo accompagna per tutto il tratto in cui sboccano i ciechi nel gonodutto.

Se si apre un *Phyllophorus* si osserva anche ad occhio nudo, poco più in alto dell' organo genitale, un sottile ramo lacunare, per lo più di color rosso bruno, compreso nel mesentere, attraversare con decorso sinuoso ed obbliquo quel tratto, che intercede fra la lacuna marginale dell' intestino e l' organo genitale stesso. Questa è la *lacuna aborale o genitale.* Essa è piccola nel punto, in cui si origina dalla lacuna dorsale, ma va sempre più ingrandendosi, man mano che si avvicina all' organo genitale, per raggiungere un massimo di larghezza presso il punto di convergenza dei ciechi nel gonodutto.

Poco prima però che la lacuna sudetta venga in contatto con l' organo genitale si conforma a doccia con la convessità rivolta verso il mesentere e con la parte opposta concava in co-

municazione con la cavità generale del corpo , come si osserva nella fig. III.

Nel punto di convergenza dei ciechi i lembi della *doccia* si fondono, formando un canalicolo, con parete ispessita e lacunare. Essa costituisce la formazione emale della lacuna genitale o aborale propriamente detta, mentre il *seno aborale* è rappresentato dallo spazio interno e dalla doccia sopra descritta.

Tale percorso e tale conformazione dalla lacuna, che irriga l'organo genitale, è evidente nelle sezioni seriali.

Difatti, in quelle praticate poco più in alto dell' organo genitale vedesi la lacuna marginale, cilindrica e piccola, sporgere nella cavità generale come una gemma del mesentere , mentre in quelle fatte in prossimità del punto di convergenza dei ciechi essa, già alquanto ingrandita, si trova in prossimità del gonodutto e con margine irregolare. Nelle sezioni a livelli poco più bassi la lacuna stessa presentasi corformata a doccia , come si vede nella fig. III, similmente a quanto ho osservato in *Synapta* (1) e a quanto si osserva in altre Oloturie, durante lo sviluppo (2).

La doccia però in prossimità dell' organo genitale si chiude e si trasforma in un canale a sezione circolare e a pareti lacunari, come si può osservare nella fig. IV.

Per il resto essa è addossata al gonodutto ed ha la forma di una grossa gemma del mesentere, che avvolge il gonodutto stesso.

In individui più sviluppati la lacuna è molto ampia e nel suo interno sono numerosi spazi connettivali, mentre molto più ridotto si presenta il seno aborale.

La lacuna marginale dell' intestino segue il tubo digerente fino a quasi la metà dell' organo genitale ; quindi si piega ad angolo retto e risale lungo la branca ascendente dell' intestino , che segue in tutte le sue anse.

Mediante tale disposizione i prodotti della digestione inte-

---

(1) Polara : *Sull' Organo genitale e sulle lacune aborali della Synapta inhaerens.* Arch. Zoolog. Vol. 1 fas. 3 e 4. Napoli 1903.

(2) Russo : *Studi su gli Echinodermi.* Atti Acc. Gioenia di Sc. Nat. Catania 1902.

stinale, passando nella lacuna dorsale e da questa nella lacuna genitale, si riversano nel connettivo mesenteriale prima e susseguentemente in quello dei ciechi. La lacuna genitale del *Phyllophorus* ha costituzione istologica identica a quella di tutte le altre Oloturie. È limitata, infatti, da una parete connettivale a fasci circolari, su cui poggia esternamente l' epitelio peritoneale, e lo spazio interno è intersecato da fibre, fra le cui maglie si trova un abbondante coagulo con numerosi amebociti per lo più solitarî.

Le suesposte ricerche si possono così riassumere:

1. I ciechi genitali di *Phyllophorus Urna* sono tubulari, semplici e simmetricamente ripartiti ai due lati del mesentere dorsale.

2. Procedendo dall' esterno i ciechi risultano:

α) Di uno strato molto spesso di cellule peritoneali cilindriformi con funzione di secrezione.

β) Di uno strato circolare di fibre muscolari.

γ) Di uno strato connettivale a larghe maglie, spesso formante un notevole spazio schizocēlico occupato da coaguli e da amebociti.

δ) Dell' epitelio germinativo.

3. La lacuna genitale del *Phyllophorus*, come quella della *Synapta inhaerens*, presenta il seno aborale aperto nella cavità generale, conformato cioè a guisa di una doccia, similmente a quanto si osserva durante lo sviluppo in *Hol. tubulosa*, *Poli* e *Forskali*.

Nel punto di convergenza dei ciechi però esso si chiude, formando un canale, seno aborale, le cui pareti lacunari costituiscono la *formazione emale*.

4. Tale disposizione, che riproduce uno stadio di sviluppo del seno aborale di forme, che crediamo più differenziate, attesta che il *Phyllophorus* è un' Oloturia meno evoluta. Non credo però che essa sia una forma primitiva con accenno a simmetria bilaterale, non ostante la disposizione bilaterale dei ciechi, come

ho dimostrato per *Synapta*, perchè, mentre in questa la simmetria bilaterale dei ciechi genitali è seguita dalla lacuna corrispondente, in *Phyllophorus* ciò non avviene.

Catania — Gennaio 1905.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Fig. 1ª Sezione trasversa in corrispondenza del punto di convergenza dei ciechi genitali nel gonodutto di un piccolo *Phyllophorus*—L'epitelio del gonodutto sporge formando dei villi.

» 2ª Sezione trasversa in cui si osserva la lacuna genitale vicina all' intestino.

» 3ª Sezione come sopra, per mostrare il seno aborale comunicante con la cavità generale.

» 4ª Sezione trasversa del seno aborale di *Phyllophorus*, che ha la forma di canale chiuso.

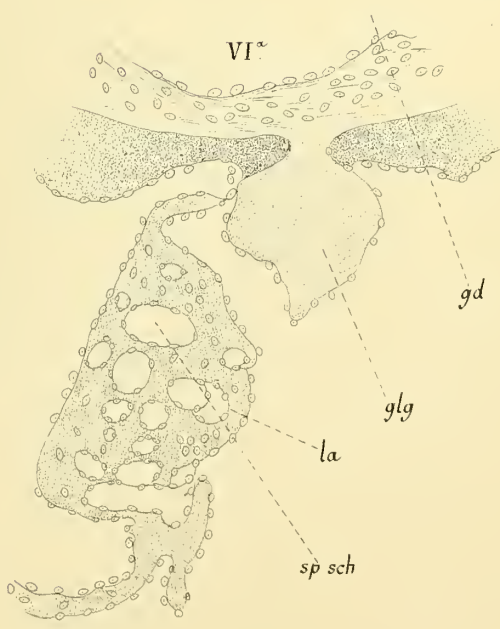
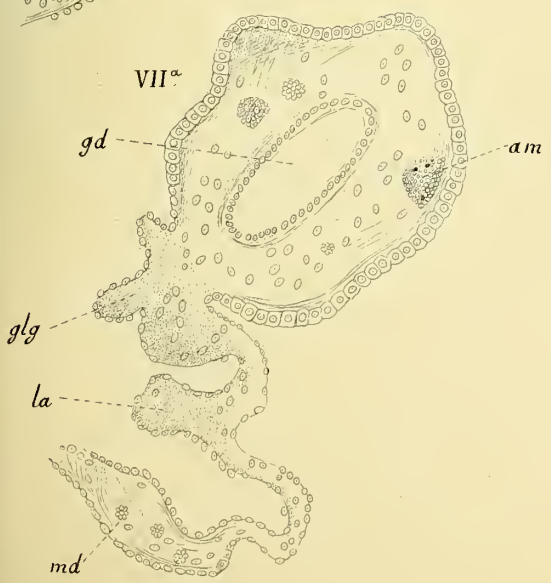
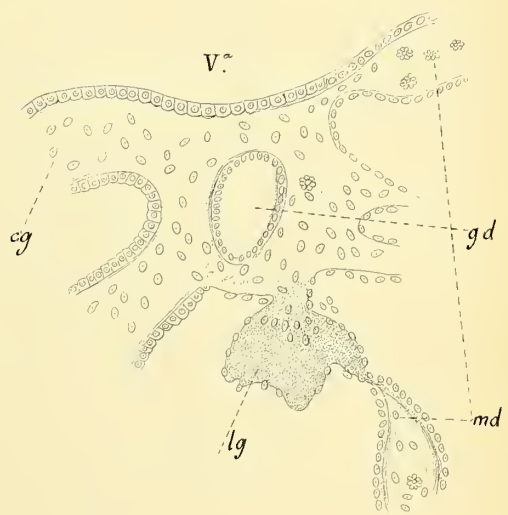
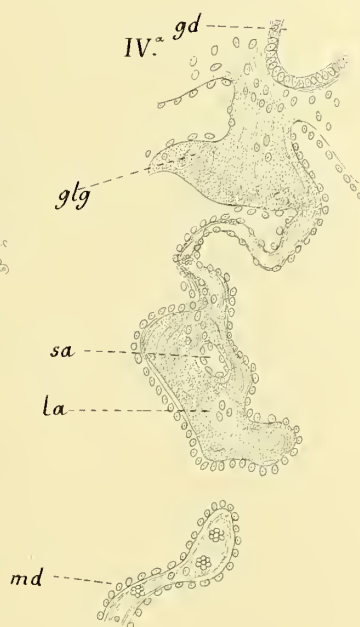
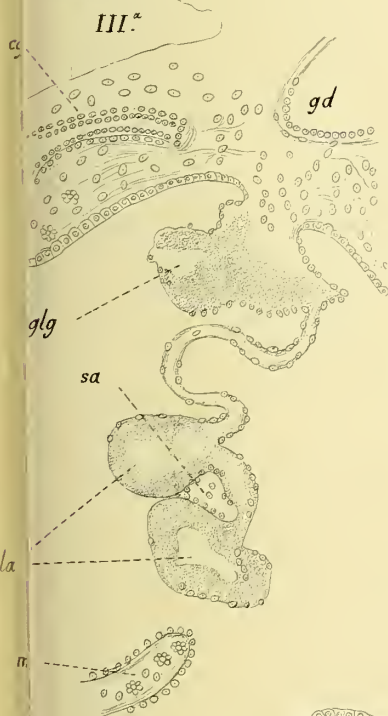
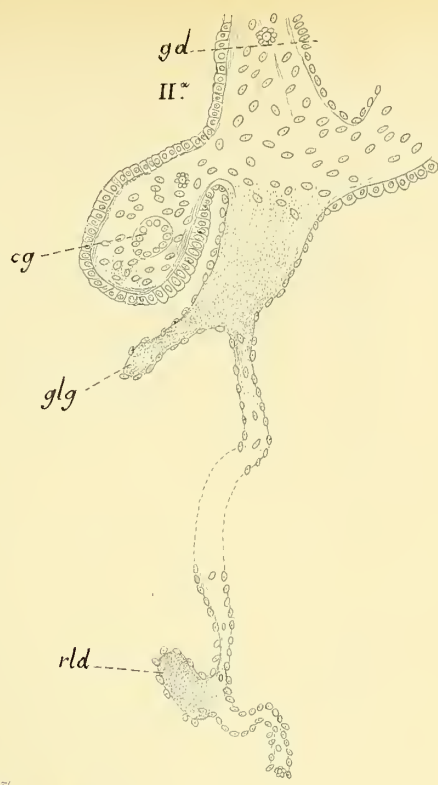
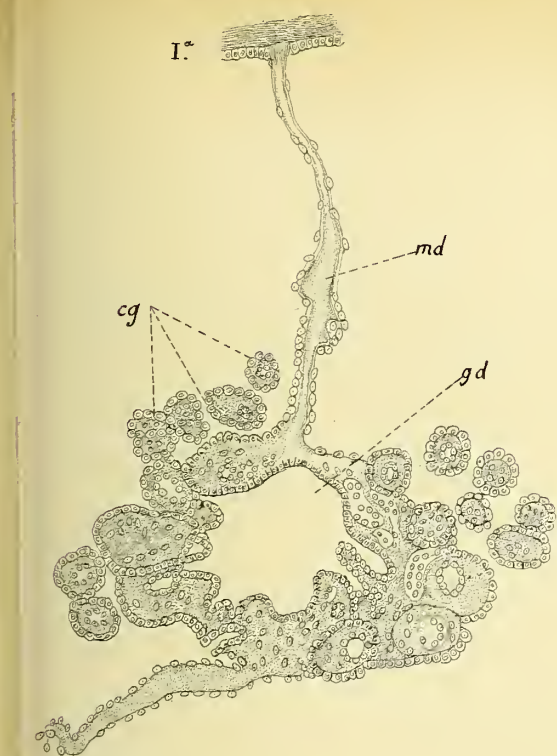
» 5ª Lacuna genitale che avvolge il gonodutto nel punto di convergenza dei ciechi genitali.

» 6ª Lacuna genitale di un grosso Phyllophorus, con spazî schizocelici.

» 7ª Lacuna genitale vicino alla gemma lacunare del gonodutto.

Le figure 2, 3, 4, 5, rappresentano sezioni a livelli progressivamente più bassi, per mostrare l' andamento della lacuna genitale e aborale.

am = amebociti.
cg = cieco genitale.
gd = gonodutto.
glg = lacuna genitale, che avvolge il gonodutto.
la = lacuna aborale.
md = mesentere dorsale.
rld = ramo della lacuna dorsale, ossia lacuna genitale presso l' intestino.
sa = seno aborale.
sp. sch. = spazi schizocelici.

I.ª
md
cg
gd
II.ª
gd
cg
glg
rld
III.ª
gd
glg
sa
la
IV.ª
gd
glg
sa
la
md
V.ª
cg
gd
lg
md
VI.ª
gd
glg
la
sp sch
VII.ª
gd
am
glg
la
md
Lit. Zurria - Catania

Meccanismo della termogenesi animale e natura della febbre

per il Prof. ANTONIO CURCI

I.

Stando all' etimologia della parola o meglio ad un vocabolario qualunque, il vocabolo febbre, che deriva dal latino *fervere*, significa bollire, essere ardente, essere in caldezza o ardore essere agitato. (In dialetto pugliese invece di dire bolle, si dice, ferve). Infatti tutte le volte che in noi aumenta un poco la temperatura generale oppure quella cutanea ci sentiamo agitati, soffocati, smaniosi e se un medico ci osserva, trova alterati i polsi e la respirazione, non che disordinate in qualche modo altre funzioni.

In tutti i casi con o senza agitazione, noi consideriamo essere febbre tutte le volte che vi è aumento di temperatura, al di sopra del normale, non importa quali sieno i disturbi delle altre funzioni, qualora vi sieno. Ogni ipertermia da qualunque causa è febbre; come ogni indisposizione senza ipertermia è malattia senza febbre.

Noi vogliamo sapere in che modo si produce la febbre, fenomeno così frequente in tante circostanze della vita.

Le osservazioni, gli studi, gli esperimenti sono immensi, i cui risultamenti in apparenza tanto diversi e contraddittorii attendono una giusta interpretazione per essere coordinati e concludenti. Al punto in cui siamo, le conoscenze che possediamo, a parte le numerose ipotesi e forzate teorie, bastano già a farci conoscere cosa sia la febbre non che la termogenesi, madre della febbre, che tanto bene conosciuta appare, mentre è tutt' altro.

Se noi non sappiamo cosa sia la febbre, come francamente lo ha detto Bouchard e come nessuno può dire il contrario, di-

pende dal fatto che la dottrina della termogenesi, sebbene appaia risoluta ed evidente è lontano dall' esserlo.

Dalla scoperta del Lavoisier certamente la termogenesi fece un gran passo, in quantocchè stabilito che nell' organismo vi è un continuo processo di ossidazione, specialmente nel periodo dell' attività o lavoro, e visto che questa produce una grande quantità di calore, si è dedotto che nell' organismo vivente vi è una lenta combustione, più o meno intensa secondo la specie animale e secondo le circostanze di lavoro o di riposo, da cui nascerebbe il calore.

Sotto questo punto di vista sono note le numerose ricerche, le quali hanno stabilito, mediante la calorimetria e la misura dello scambio gassoso pulmonale, che la produzione del calore è in diretta corrispondenza con il consumo degli alimenti e dello ossigeno. Perciò si è concluso che la termogenesi animale sia una funzione puramente chimica, in cui nulla avesse che fare il sistema nervoso. E perciò al vedere in una febbre l' aumento anormale della temperatura, si è creduto obbligo di supporre un aumento del chimismo, determinato direttamente dall'agente patogeno, fino a fare negare l' esistenza di febbri nervose.

Ma questo è stato fare i conti senza l' oste, in quantocchè non si è tardato ad osservare variazioni notevolissime della temperatura animale in più o in meno, in seguito a lesioni primitive del sistema nervoso, in seguito ad emozioni morali svariate, come in seguito a diverse nevrosi, in moltissime malattie di qualunque genere e negli avvelenamenti, anche quando non esiste alcuna minima alterazione anatomica, nè traumatismo, nè infezione.

Se la produzione del calore è un semplice effetto dei processi chimici di ossidazione e di idratazione in ciascuna cellula, costituente i tessuti e gli organi, cosa importa e cosa ha che fare il sistema nervoso? Questo è stato il filo del ragionamento.

Ma i fatti hanno dimostrato invece che nella termogenesi ha principale parte il sistema nervoso, e senza di esso non si hanno nè i fenomeni chimici nè la produzione del calore, nè altro.

Il regolare processo della nutrizione e della termogenesi, di integrazione e disintegrazione o più generalmente dello scambio materiale e dinamico è funzione fondamentale del sistema nervoso considerato nel suo insieme e nella sua unità e non di una o di altra parte o segmento di esso sistema (Luciani—*Fisiologia del digiuno)*.

Quindi viene riconosciuto da tutti generalmente che la termogenesi sia effetto immediato della ossidazione e idratazione organica o cioè di un processo chimico, ma questo alla sua volta è determinato dal sistema nervoso. In che modo? non si sa.

A questa domanda è da aggiungere un' altra, cioè ; quando per irritazione del cervello si ha una ipertermia, dovrebbe per forza di logica, aversi un aumento nel processo chimico termogenetico. Invece nelle febbri nervose ed anche in molte altre infettive o non, l' ossidazione ed il consumo dell' ossigeno che dapprima si credeva aumentato, è anzi diminuito come lo dimostrano le ultime ricerche istituite con più precisione e le tante osservazioni sugli effetti della febbre. E allora donde viene tutto quel calore senza aumento dei processi chimici? Vale a dire che ha un' altra origine, cioè dal sistema nervoso, ed in che modo? non si sa neppure questo.

Ecco, la grande scoperta del Lavoisier e la teoria chimica della termogenesi deve subire una grande modificazione ed a fare ciò abbiamo bisogno di nuove conoscenze sulla origine e natura dell' energia, che il sistema nervoso produce, quella la quale ci è sfuggita fin' oggi completamente per la presunzione umana, tramandataci dal teologismo, coll'idea che l' energia nervosa sia qualche cosa di divino e soprannaturale, percui c' impedisce di riconoscere la natura fisica, naturale comune di questa energia, sotto forma elettromagnetica, che anima muove e trasforma la materia in tutto l' universo e che essa stessa prende le diverse forme di energia meccanica, termica, luminosa, chimica, attrattiva, radiante ecc.

La base fondamentale su cui poggia la teoria chimica della

termogenesi animale consiste nella termochimica, e perciò si paragona la produzione del calore nell' organismo a quella che avviene in un focolaio o in una reazione chimica esotermica. Ciò è molto inesatto perchè, come vedremo, nell' organismo vi sono altre condizioni, che non sono nel mondo esterno.

In primo luogo studiamo come si genera il calore in una combustione o in una reazione chimica esotermica, in un focolaio od in un recipiente.

È noto dalla Fisica che in ogni reazione chimica specialmente nell' ossidazione vi si sviluppa elettricità e quando la reazione è anche minima si rileva con opportuni elettrometri sempre della elettricità e non altro ; è soltanto quando la reazione chimica è intensa che si osserva uno sviluppo di calore e di luce.

Questo calore e luce non viene primitivamente dalla reazione chimica come si vorrebbe credere, ma bensì secondariamente dalla elettricità, la quale sviluppata e resa manifesta in grande quantità, non trovando via di uscita dove neutralizzarsi o compiere un lavoro, si trasforma in calore. È noto che ad una corrente elettrica mettendo nel suo percorso un ostacolo alla conduzione, dà luce e calore.

È questo appunto che avviene in ogni focolaio, in ogni combustione, in ogni reazione chimica.

Ma se dove avviene tale fenomeno, si assicurano mezzi di conduzione in modo che l' elettricità mano mano che si sviluppa possa essere condotta fuori e neutralizzarsi, non si ha produzione di calore e il luogo dove avviene la reazione non si riscalda. Così succede nella pila, dove l' acido solforico agisce sullo zinco, il quale entra in soluzione, se si chiude il circuito conduttore, la pila resta fredda, ma se si lascia aperto, la pila si riscalda e ciò che ha dato luogo alle osservazioni sperimentali di Iule e di Favre, da cui risulta che il calore è in proporzione della elettricità che vi si produce.

Quindi prima cosa, che resta stabilita e chiarita, è che nelle

reazioni chimiche esotermiche la elettricità sola si svolge primieramente, e quando essa non può dissiparsi o trasformarsi in un lavoro, come è frequentissimo il caso, si trasforma in calore.

Necessaria e sublime conseguenza questa nelle trasformazioni dell' energia universale, perchè la elettricità, la quale rappresenta l' energia in moto, non può rimanere nel posto dove si produce in riposo forzato sotto forma di corrente in mezzo a materia cattiva conduttrice, onde allora come se si ripiegasse sopra sè stessa, come per volere uscire indietreggia, e torna in avanti, così trasforma le sue ondulazioni in vibrazioni trasversali intensissime, cioè in calore e luce.

Assunta la forma di calore e meglio di luce, allora è atta ad irradiarsi gradatamente attraverso la materia dotata di cattiva conduzione; così gli è possibile di uscire da un ambiente in cui non poteva agire e nè poteva diffondersi sotto forma di corrente e si trovava imprigionata (1).

Così i raggi elettrici del sole (che secondo le vedute moderne sarebbero elettroni) nel penetrare nell' atmosfera e in contatto della superficie terrestre urta in cattivi conduttori e si trasforma in calore e luce. Perciò io credo che dal Sole non vengono direttamente raggi termici e luminosi, ma raggi elettrici freddi ed oscuri condotti dall' etere cosmico. E a somiglianza del sole opera il sistema nervoso negli animali, il quale

---

(1) Già il calore non è che una forma comune di elettricità in tensione, in cui si trasforma facilmente qualunque corrente che incontra resistenza, non possa compiere un lavoro e non possa diffondersi e neutralizzarsi o mettersi in equilibrio come potenziale latente. Questo mio concetto è basato su diversi fatti: 1° sulla identità del calore colla luce, la quale è stata dimostrata consistere in ondulazione elettro-magnetiche; 2° sul fatto comune che dalla elettricità si può avere luce e calore; 3° sul fatto che il calore fa aumentare il numero delle valenze degli elementi, e siccome ad ogni valenza corrisponde una carica costante di elettricità, vuole dire che in questa esso si trasforma; 4° il calore stesso si trasforma alla sua volta in corrente nella turmalina, nelle pile termo elettriche, nei nervi termoestesici ed in altri corpi.

Insomma il calore è una forma di transizione dell' elettricità quanto vi trova ostacolo al suo rapidissimo diffondersi ed a compiere un lavoro.

(Questa è legge fondamentale della Elettrofisica.)

nel sistema solare rappresenta il cervello, riceve energia dagli spazi siderei e la trasmette agli organi (pianeti), dove compie dei lavori e produce calore.

Or quindi se nel mondo esterno la produzione del calore avviene per mancanza di conduzione e per impedito èsodo, vediamo se sia lo stesso nell' organismo.

Se la termogenesi animale fosse di origine chimica come vuole la teoria di Lavoisier dovrebbe farsi egualmente lo stesso, cioè che l' energia prodotta dai processi chimici dell' ossidazione e idratazione si trasformerebbe in calore negli organi stessi, dove avvengono, essendo questi cattivi conduttori. Ma nell' organismo animale esiste una fitta e vasta rete di fili nervosi ramificati, anastomizzati, sparsi negli interstizi fra le cellule, in contatto e talvolta aderenti a queste da per tutto dall'interno degli organi alla superficie cutanea. In modo che è assicurata una perfetta conduzione dalla periferia dove avvengono i processi chimici ai centri, dove le correnti si accumulano (i centri nervosi sono potenti e straordinari accumulatori di elettricità positiva nelle parti anteriori, negativa nelle posteriori).

E così a misura che dai processi chimici si svolge energia elettrica viene presa dai nervi e accumulata nei centri; così risulta che dai processi chimici cellulari non ne nasce e nè può nascere calore, come avviene in un focolaio o in un calorimetro; al quale l' organismo non può essere paragonato. In questo caso l' organismo ha qualche rassomiglianza alla pila annessa ad un accumulatore perchè, intercettando il passaggio centripeto dell' energia, in modo da farla arrestare alla periferia dove nasce, si trasforma in calore e aumenta la temperatura della parte. Così avviene il riscaldamento della testa, quando si recide il gransimpatico al collo.

Gli accumulatori centrali del sistema nervoso quando ricevono irritazioni indirettamente dalla periferia o direttamente in essi stessi, svolgono sotto forma di corrente di azione centrifuga l' energia accumulata; queste correnti si consumano nelle fun-

zioni, ma una parte, che probabilmente non è interrotta ma continua, non può compiere un lavoro, si trasforma in calore e così mantiene ad un certo grado di temperatura l'organismo.

Questo è il meccanismo della termogenesi animale, fenomeno fisico, elettrotermico e atto riflesso fisiologico, funzione del sistema nervoso e non termochimico.

Così l'organismo vivente si può rassomigliare al sistema planetario, in cui il sistema nervoso centrale è il sole, i nervi periferici fanno la parte dell'etere cosmico perfetto conduttore, gli organi e apparati organici rappresentano pianeti, satelliti ecc., per cui giustamente fu chiamato microcosmo.

Durante l'attività e la funzione, che è in sostanza una serie complessa di atti riflessi, dallo stimolo fisico o biologico nasce una corrente di azione diretta centripeta, questa nei centri fa nascere una corrente di azione riflessa centrifuga, la quale come abbiamo detto compie la funzione e genera calore.

Queste correnti di azione dirette o riflesse, così ampiamente e ripetutamente dimostrate col galvanometro dal Nobili, Matteucci, Du Bois Reymond e tutti i posteriori Elettrofisiologi, provengono dal potenziale elettrico accumulato come carica di riposo che si trova in tutti gli organi, in tutti i tessuti e si dimostra colla corrente derivata detta di riposo, per cui nel lavoro vi è consumo ed esaurimento di tale potenziale. Questo potenziale o carica di riposo proviene alla sua volta dalle correnti centripete che nascono sulla cute e sulle mucose, negli organi dei sensi per azione degli agenti esterni, e specialmente dai processi di ossidazione e di idratazione del ricambio materiale, non chè dall'azione elettrizzante dell'ossigeno e del sangue sotto la pressione di 160 mm. e degli ioni ammonio e sodio, quali elettropositivi, che agiscono per induzione sul protoplasma, facendo aumentare la carica elettro-negativa di questo e quella elettro-positiva del nucleo. Nel riposo e specialmente nel sonno, cessano le correnti di azione determinate dai bisogni del lavoro, dalla luce negli organi visivi e sulla cute e da altri stimoli fi-

sici e morali, e perciò cessa il consumo del potenziale o carica di riposo da una parte; ma continuano dall'altra le correnti centripete provenienti dai processi di ossidazione e d'idratazione del ricambio e dall'elettrizzamento per il contatto dell'ossigeno e quello degli ioni ammonio e sodio, per la pressione e strofinio del sangue: e così i centri nervosi hanno agio di potere accumulare elettricità positiva negli inibitori ed elettricità negativa negli eccitomotori e rifare il potenziale o carica di riposo. Si capisce da ciò perchè nel riposo essendoci assorbimento di energia, la temperatura ritorna al normale ed anche tende ad abbassarsi di parecchi decimi o qualche grado; e nell'attività, in cui vi è svolgimento di energia in moto, aumenta notevolmente, non mai però per pretesi processi chimici aumentati, i quali come abbiamo visto non forniscono energia termica, ma energia elettrica. Adunque la base su cui poggia la teoria chimica della termogenesi, consistente nella produzione del calore dalla combustione organica, non può più reggere alla critica ed ai fatti, e risulta che il sistema nervoso è il generatore del calore, trasformando quella energia che riceve come corrente elettrica dalle diverse sorgenti.

Gli esperimenti di fisiologia e le osservazioni di patologia dimostrano e confermano l'ultima conclusione, mentre trovavano un insormontabile ed oscurante ostacolo appunto nella teoria chimica della termogenesi, che appariva così saldamente e scientificamente stabilita.

Dal fisico entrando nel campo biologico dobbiamo esaminare e discutere diversi quesiti.

Ammettendo la teoria chimica della termogenesi ci fa sconoscere l' influenza grandissima necessaria del sistema nervoso, anzi c' impone ad escluderla, ragione per cui il progresso della Fisiologia e della Patologia è stato arrestato, mentre le esperienze fisiologiche non che le osservazioni patologiche sono tutte contrarie alla pretesa teoria chimica.

Se l' origine del calore è dai processi chimici intracellulari, cosa ha che fare il sistema nervoso?

Intanto, se si asportano i lobi cerebrali ai piccioni, la temperatura da 42° scende a 36° o 37°, se si fanno delle recisioni nette non irritanti nell' encefalo succede ipotermia ; se si recide il bulbo, si ha ipotermia generale e l' animale muore per assiderazione ; lo stesso se si recide il midollo spinale a qualunque altezza, le membra a disotto del taglio subiscono un abbassamento di temperatura, così tagliando un nervo, lo sciatico p. e. si ha abbassamento di temperatura nell' arto paralizzato, il quale conserva un certo grado di temperatura per il calore portatovi dal sangue ; così pure paralizzando il sistema nervoso sensitivo, mediante gli anestesici si ha ipotermia, paralizzando i centri nervosi mediante alcoolici, ipnotici, narcotici, si ha ipotermia ; paralizzando infine le estremità nervose motrici con sostanze curarizzanti si ha ipotermia.

Quindi si domanda perchè la termogenesi diminuisce, se dipende dai processi chimici di ossidazione e d' idratazione intraorganica? Si risponde uscendone per il rotto della cuffia col dire che senza l'innervazione manca la tonicità muscolare, produttrice di calore mentre vi è aumento di dispersione. Ma i detti processi che fanno, non sono là a produrre calore, cosa gli ostacola? Nessun ostacolo ; la respirazione e la circolazione procedono bene, e intanto essi non producono lo stesso calore di prima.

I suddetti esperimenti dimostrano che il sistema nervoso è necessario alla termogenesi e che esso è l' apparecchio elettrogenico che fornisce l' energia, la quale alla periferia si trasforma in calore. In quantocchè paralizzati o asportati i lobi cerebrali o i centri in generale, si sopprime la principale sorgente dell' energia ; paralizzati i nervi sensitivi si intercettano le correnti centripete che eccitano i centri accumulatori a sviluppare le correnti centrifughe; infine paralizzati i nervi motori, si arrestano queste correnti e quindi si abolisce in tutti tre i casi l'irradiazione dell' energia produttrice del calore. Così il ricambio materiale resta estraneo ed apparisce che non è in lui la sorgente del calore.

Ma se non produce calore, è però sorgente di energia elet-

trica, ragione per cui l' alimento è necessario, non come combustibile termogenico, ma bensì per fornire al sistema nervoso quel potenziale, che accumula, e che impiega a compiere le funzioni ed a produrre il calore necessario alla vitalità.

Intanto se l' ossidazione dell' alimento è sorgente di energia così importante alla vita, questo processo chimico alla sua volta è provocato dall' energia nervosa, come è dimostrato dal fatto che in seguito alle resezioni o paralisi di un nervo si osserva l'atrofia e l' ipotermia della parte dipendente.

È noto altresì che per la soppressione degli organi di senso, quale la vista, la produzione dell' acido carbonico diminuisce (Moleschott), lo stesso all' oscurità; lo stesso nell' anestesia, lo stesso nel raffreddamento della pelle; vale a dire che dall' aria e dagli agenti esterni è prodotta una energia, la quale va ai centri e di là riflessa, faccia aumentare i processi chimici; in modo che quando è soppressa la sorgente viene a mancare questa energia riflessa. Così nella recisione o paralisi di un nervo motore, intercettate le correnti interne, si ha diminuzione nella parte di processi chimici e quindi di trofismo e termogenesi.

Dunque l' ossidazione si compie mediante correnti riflesse emanate dal sistema nervoso. Cosa possono essere queste correnti se non di elettricità interrotta?

E allora visto questo e i risultamenti delle esperienze, è giusto ammettere che il ricambio materiale è sotto la dipendenza del sistema nervoso, e si compie per semplice fatto di elettrolisi; cioè tali correnti determinano la scissione delle sostanze alimentari combinate ad alcali o a sali minerali attraverso cui passano, i gruppi atomici risultanti vengono ad avere nel carbonio valenze libere, e così sono molto facilmente attaccabili dall'ossigeno e dagli elementi dell' acqua, per cui ad un tempo si ossidano e s' idratano fino ai noti prodotti finali. Perciò nel ricambio organico vi è una fase di scissione per elettrolisi, con assorbimento di energia, in cui le valenze libere dei gruppi atomici che si separano sono soddisfatte dall' elettricità che ricevono dal sistema nervoso;

e poi una fase di ossidazione e d' idratazione in cui l' energia viene fatta svolgere di nuovo.

Ed ecco come il sistema nervoso fornisce energia e promuove il ricambio materiale, dal quale riceve moltiplicata l'energia data, ma sempre come elettricità e mai come calore.

Gli altri fatti che dimostrano che la sorgente del calore non è nel ricambio materiale periferico, ma nei centri nervosi sono che quanto si irrita meccanicamente o chimicamente la corteccia cerebrale, o i corpi striati, o i talami ottici, o la protuberanza o altra parte dell'encefalo si ha una notevole ipertermia, nella quale i processi chimici, tanto decantati, non sono minimamente alterati.

Anche le irritazioni sui nervi sensitivi delle estremità, per azione centripeta, eccitano i centri detti termogeni e le stesse irritazioni del midollo spinale hanno gli stessi effetti.

Questa ipertermia per azione diretta sul sistema nervoso dà il crollo completo alla teoria termochimica e dimostra, che l'irritazione proprio là nella sede fa svolgere le abbondanti correnti di azione centrifughe, le quali, svolgendosi senza scopo di compiere un lavoro, si trasformano in calore.

Quello che pareva inesplicabile e meraviglioso che anche la stessa energia, che il sistema nervoso è capace di produrre ad ogni eccitazione e che costituisce la sua complicata funzione, cioè quella prodotta dagli agenti morali e psichici, quando sono intensi e anormali, produce ipertermia. I numerosi e strani casi di febbre nervosa lo attestano: di questi ne riparliamo appresso. La teoria chimica in questi fatti non ha ingerenza alcuna, e si deve riconoscere che il meccanismo è tutto fisico : sono fisici gli agenti morali che eccitano e disordinano la elettrogenesi, come fisica è la produzione del calore.

Non sono meno meravigliosi i fenomeni d'ipertermia per eccitazione dei centri nervosi data da diverse sostanze : i sali di ammonio e i sali di sodio, di litio, la veratrina, la midaleina, la cocaina, la giusquiamina, l'atropina, la stricnina e molti altri convulsivanti, talvolta la chinina, l'urea, la canfora e tante altre.

Questi agenti ipertermizzanti, quando sono a dose piccola eccitante, ma ipotermizzanti quando sono a grandi dosi tossiche paralizzanti, vi producono nei centri encefalici un intenso eccitamento cioè lo svolgimento di intense correnti di azione centrifughe le quali, anche quando non producano le convulsioni per forti contrazioni muscolari, danno ipertermie notevoli. Con la curarizzazione o paralisi per altro agente non si ha più l'ipertermia e la convulsione, perchè viene soppressa la produzione centrale e la irradiazione delle correnti.

Nel caso dei convulsivanti si è creduto che le convulsioni fossero la causa dell' ipertermia; non essendo di conoscenza comune, che in ogni funzione, come nella contrazione muscolare vi è consumo di energia e che il calore, che vi si produce in tali circostanze proviene dalla eccessiva energia che s'irradia alla periferia dai centri e che non può essere consumata tutta in un lavoro.

In molte funzioni e specialmente nella contrazione muscolare vi è molta produzione di calore, come è noto a tutti, come si osserva sempre; ora se per l'atto meccanico della contrazione vi è assorbimento di energia, è certo che intense correnti di azione percorrono il muscolo e queste determinano l'elettrolisi delle sostanze nutritive, che scisse sono più ossidabili e aumentano il contenuto delle sostanze riduttive. In questa scissione vi è assorbimento di energia, che perciò dovrebbe seguire abbassamento di temperatura, come talvolta si osserva dopo lungo lavoro. Ma le sostanze riduttive avide di ossigeno lo assorbono di più dal sangue e perciò si ha maggiore ossidazione relativa, questa trasmette ai centri correnti di azione centripete che non esistono nel riposo e che riflesse si aggiungono a quelle centrifughe primarie e aumentano la sorgente del calore. Questa ossidazione però non è mai sufficiente a produrre l'intenso riscaldamento generale, perchè relativa alla quantità dell'ossigeno portato dal sangue, anzi non è completa, per cui nel muscolo affaticato le sostanze riduttive incompletamente ossidate aumentano, non ar-

rivando ad ossidarsi tutte, ed il muscolo ha capacità contrattile fino a quando non ha esaurita la provvista delle prime sostanze e consumato tutto il suo potenziale o carica di riposo. È per questo che dopo una fatica eccessiva si ha abbassamento di temperatura, si ha grande stanchezza e si ha bisogno di riposo, durante il quale il sangue leva il materiale consumato e fornisce uno nuovo. Una parte del calore nel lavoro proviene dall' energia precedentemente accumulata nei centri nervosi.

Come si vede nella contrazione muscolare, l'ossidazione è aumentata relativamente, il sangue arterioso stesso diventa meno ossigenato e l'energia che nasce da questa è trasmessa dai nervi ai centri per aumentare la calorificazione dopo riflessa, ma non vi rimane nel muscolo.

Così negli accessi convulsivi, l'ipertermia precede e segue le convulsioni, non è dipendente, è invece un fenomeno concomitante.

Dunque anche nella contrazione muscolare l'aumento della calorificazione è di origine riflessa ed i processi chimici rimangono estranei ad essa.

Negli organi della vita vegetativa, come il fegato ed altre glandole vi è un riscaldamento locale durante la funzione, dove quindi parrebbe vi fosse termogenesi diretta. Sarebbe così se detti organi non avessero il loro sistema nervoso del gran simpatico con centri periferici nei gangli e nei diversi plessi; ma essendoci questi con nervi centripeti e centrifughi, il lavoro chimico che in essi si compie sotto l'eccitamento riflesso come nelle glandole salivari e nelle altre del tubo gastroenterico, produce energia che va ai rispettivi gangli, ivi è riflessa alle stesse glandole dove si trasforma in calore. Nel fegato, quando nel periodo della digestione vi arrivano le sostanze alimentari, si formano delle combinazioni e trasformazioni chimiche, la cui risultante energia percorre l'arco diastaltico e subisce la stessa trasformazione termica. Eppure gli stessi fenomeni chimici pare che non si compiano senza il sistema nervoso, come lo dimostrerebbe la cele-

bre esperienza di Bernard, in cui la puntura del 4° ventricolo nel midollo allungato determina il diabete, per la ragione che viene a mancare la formazione del glicogene (combinazione del glucosio cogli albuminoidi) e forse di altre, quale la formazione dell'urea ecc.. Questo fatto ci conduce a costruire un'altra teoria sulla termogenesi epatica; cioè : le sostanze alimentari quando arrivano nel fegato solamente per contatto eccitano i nervi centripeti; l'energia riflessa consecutiva determina il chimismo complicato del fegato, che alla sua volta produce energia secondaria, la quale addizionandosi, nei gangli alla primaria, vi fa aumentare il calore. Così la termogenesi epatica si compie come nelle altre glandole e come nei muscoli e si mantiene elevata; la differenza consiste solamente nel diverso sistema nervoso, che per gli organi della vita vegetativa è più circoscritto ai diversi plessi e per quelli della vita animale è generalizzato a tutto il sistema cerebro-spinale.

In questo modo si avrebbbe la termogenesi localizzata propria a ciascun organo.

E così pure nella infiammazione di qualche parte o tessuto, lo stimolo flogosante sviluppa energia, la quale riflessa dai plessi perivasali oppure nel gruppo delle cellule irritate rimanendo trasformata in calore per non poter essere assorbita come potenziale latente o dispersa perchè eccessiva, infiamma e aumenta la temperatura locale.

Quindi dovunque si gira lo sguardo si trova che il calore non proviene direttamente dai processi chimici, ma da trasformazione fisica dell' energia elettrica mediante il sistema nervoso, sempre come atto riflesso.

Ma la nostra curiosità sul congegno meraviglioso della biodinamica (energetica) (1) e specialmente della termogenesi trova

(1) Intendo per *Biodinamica* quella parte della Fisiologia, la quale studia l' origine, la genesi e la natura dell' energia, la quale anima ogni organismo vivente ed il modo come si trasforma e compie le diverse funzioni vitali. Questo è l' obbietto del mio libro. *L'organismo vivente e la sua anima.* CURCI.

altra soddisfazione nello studio del meccanismo di azione di molti agenti piretogeni, che lo sperimentalismo moderno ci ha fatto conoscere, contro i quali le teorie della termochimica fisiologica e quelle sulla patogenesi della febbre vi cadono e si dimostrano o incomplete, o inesatte o assurde del tutto.

Vi sono, come è noto, molte sostanze solubili, estrattive di molti organismi micro e macroscopici, dette fermenti amorfi o enzimi, le quali, penetrate nella circolazione del sangue direttamente o per la via sottocutanea, vi producono una notevole ipertermia, senza convulsioni anzi con prostrazione e adinamia.

Quest' ultima circostanza pare fatta apposta per eliminare la obbiezione della pretesa produzione del calore dalla contrazione e tonicità muscolare: così questa è condannata e messa fuori definitivamente.

Ma come era naturale si pensò che questi fermenti, i quali determinano decomposizione con idratazione di sostanze albuminoidi, o idrati di carbonio o grassi, e considerando che la termogenesi fosse di origine chimica, essi nell' organismo promuoverebbero una specie di processo chimico fermentativo e da ciò la sorgente del calore anormale, la ipertermia.

Che tali fermenti anche nel sangue e nei tessuti possano esercitare la stessa azione idrolitica con produzione del calore come all' esterno è ammissibile, ma che la produzione sia diretta senza il sistema nervoso è sbagliato.

Perchè infatti curarizzando l'animale a cui si faccia l' iniezione di un tale fermento, l' ipertermia fallisce. Allora dove vanno i processi di scissione e di idratazione? Cosa ha che fare la paralisi dei nervi motori? I fatti sono fatti ed è inutile disconoscerli se urtano con le preconcette convinzioni.

Insomma avviene come negli altri casi; cioè la scissione e idratazione, con o senza ossidazione, sviluppa energia non termica, ma altra capace di essere all'istante trasmessa ai centri, cioè la elettrica, la quale fa svolgere dai centri intense correnti di azione centrifughe, senza scopo di lavoro, indipendenti dalla coscienza,

nè provenienti dagli organi di senso esterni, le quali si trasformano in grande calore irradiante attraverso la cute e da ciò la ipertermia.

Il senso di prostrazione, la incapacità al lavoro, la debolezza e la stanchezza sono sensazioni anormali in seguito al processo chimico idrolitico nei tessuti e alla perdita da parte degli organi del potenziale o carica di riposo.

Quindi se questi agenti ipertermici determinano un fatto chimico direttamente e non pertanto la ipertermia non può avere luogo senza il sistema nervoso, vuol dire che è effetto riflesso elettrotermico. Dopo ciò, quale prova maggiore si voglia pretendere per accettare la mia teoria sulla termogenesi in generale e sulla natura della febbre in particolare? Solo una gelosia ed invidia personale, l' ignoranza coperta da musoneria, o il non vedersi d' accordo coi propri pregiudizi può impedirlo.

Andando avanti per la nostra strada, senza preoccuparci della presunzione umana, abbiamo ancora da esaminare altri agenti che possono penetrare nella circolazione del sangue e cioè i microbi e i protozoi.

Se molti di questi esseri agiscono chimicamente per le tossine, ed i fermenti che producono, tutti però, ed alcuni esclusivamente senza alcun prodotto fermentante, agiscono meccanicamente per atto di presenza o di contatto, come corpi estranei semplicemente, con una circostanza di più che essi si muovono, si nutrono, e proliferano negl' interstizii o anche talvolta nelle cellule. È da questo punto di vista che ora dobbiamo considerarli, avendo già studiato l' ipertermia prodotta dai fermenti. Come è noto essi producono l' ipertermia tutte le volte che si versano nel sangue o che s' infiltrano nei tessuti.

Si sa che il pensiero dei Patologi è andato a supporre un aumento dei processi chimici termogeni, a cui sono seguite numerose ricerche per stabilire se vi fosse o non questo aumento. Siccome ripugnava ammettere una semplice azione meccanica di contatto e poi si sono scoperti i fermenti dai microbi prodotti,

così si è venuti alla conclusione che agissero per mezzo di questi. Ma vi sono microbi e protozoi, come quei della malaria, che non producono tossine, non pertanto producono ipertermia. Eccoci innanzi ad una grande incognita, che è aumentata ancora dal fatto che, con la previa paralisi curarica manca, la ipertermia.

Ci spiana la via alla soluzione di questo problema le esperienze fatte iniettando nel sangue corpuscoli inerti sospesi in acqua, quali amido, licopodio, carminio, latte ecc. (Ughetti), in cui si osserva seguire una forte ipertermia, la quale dura finchè nel sangue vi sono i corpuscoli.

Anche quì si è invocata la teoria chimica dell'aumento dei processi chimici per opera dei corpuscoli e si è concluso che allo stesso modo agissero i microbi.

Ma anche qui la previa paralisi curarica ha messo lo scompiglio, perchè anche in questi casi essa impedisce la ipertermia, come ha veduto Isaac Ott. Dunque anche qui il sistema nervoso mostra la sua importanza e l'inevitabile suo intervento.

Sempre la solita difficoltà insormontabile dalla ipotesi chimica, e sempre la stessa domanda cosa ha che fare esso sistema nervoso coi processi chimici aumentati?

Inevitabilmente la mia teoria sola dà ragione di questi fatti ed è sempre la stessa, come in altre circostanze normali o non, che io non starò a ripetere.

Intanto, l'ipertermia, in seguito all'iniezione nel sangue di corpuscoli inerti, ci fa conoscere un nuovo ed inaspettato fatto; cioè che ogni cellula anche dalla via del sangue internamente si irrita per azione di contatto o di strofinio meccanico con corpuscoli inerti, anche senza produrre fermenti.

È noto che una cellula o nervo o muscolo, per azione meccanica di qualunque forma, come per azione fisica e chimica, manifesta al galvanometro una corrente di azione in proporzione della intensità dello stimolo, la quale corrente produce il processo di eccitamento e finisce per produrre anche del calore, quando non può tutta essere impiegata in un lavoro meccanico

o chimico. Questo appunto fanno nell' interno dei tessuti e degli organi i microbi, i corpuscoli del sangue, le polveri inerti ed altri corpi estranei, penetrati dall'esterno o formatisi nel sangue. Strisciando nei capillari, vi destano anormali correnti di azione centripete dalla periferia e centrifughe dai centri, che pei nervi motori si irradiano trasformandosi in calore. Si capisce da ciò perchè la paralisi curarica impedisce la ipertermia, perchè interrompe la conduzione e quindi l' irradiazione.

Stabilito ciò, resta in ultimo a vedere in generale se nelle ipertermie da microbi o da fermenti e altro vi siano aumentati i pretesi processi chimici termogeni.

Premettiamo nel far ciò alcuni dati sul ricambio materiale organico, il quale consiste: 1° nell'assorbimento di sostanze nutritive per attrazione trofica (Pfluger) o tropismo trofico positivo e non per supposta combinazione, in cui può esercitarsi azione eccitante dalle dette sostanze, che porta a produzione di energia (elettrica e non termica); 2° scissione elettrolitica di dette sostanze in cui vi è assorbimento di energia, in quantocchè le valenze libere del carbonio e dell'idrogeno acquistano la carica elettrica corrispondente e così sono avide di ossigeno, presente sempre nel sangue in data misura; 3.° ossidazione e idratazione, in cui vi è produzione di energia (elettrica e non termica) (1).

Per la ragione che l'energia, che si svolge da questi processi chimici, come da ogni altro processo, è elettrica e non termica, è necessaria per la termogenesi l'esistenza del sistema nervoso conduttore; giacchè se fosse primitivamente energia termica, questa si manifesterebbe subito senza bisogno del sistema nervoso anche quando fosse paralizzato, il quale come abbiamo visto interviene

(1) È degno di nota il fatto osservato nella Clinica del Prof. De Renzi a Napoli che sotto l'influenza di forti correnti galvaniche, si aumenta la eliminazione dell'azoto sotto forma di urea, rimanendo invariata la quantità totale dell'azoto, e si aumenta in generale l'ossidazione organica (Reale e Velardi); ciò che dà un appoggio alla nostra teoria, che ammette correnti elettrolitiche.

sempre in tutte le circostanze normali e patologiche, e anche perchè la elettricità e non il calore ha la proprietà di propagarsi con quella grande velocità necessaria, per mezzo di buoni conduttori quali sono i nervi.

Le molteplici ricerche, fatte sul ricambio materiale nella ipertermia sperimentale o in quella febbrile per diverse malattie, danno in generale che l'ossigeno assorbito e l'acido carbonico eliminato aumentano fino ad un certo punto; ma però non sempre, anzi molti autorevoli osservatori l'hanno trovato diminuito o inalterato in molti altri casi più o meno simili.

Non si è trovato un rapporto costante tra il grado d'ipertermia e lo scambio gassoso pulmonale: talvolta tale scambio è appena superiore a quello della convalescenza, malgrado una ipertermia molto marcata.

Altre volte il detto scambio aumentato nelle febbri non molto intense e nei primi giorni, è diminuito in quelle gravi o nei giorni consecutivi, in modo che è in ragione inversa della gravità del male e non in ragione diretta dell' ipertermia.

È noto poi che nelle ipertermie puramente nervose, quelle da emozione morale, da isterismo, ascetismo ecc:, lo scambio gassoso, come altri fatti del ricambio materiale, resta inalterato, o anzi diminuito.

Qui, se la febbre derivasse primieramente dalla ossidazione, questa dovrebbe essere aumentata sempre in proporzione della produzione termica. Se la causa ipertermizzante promuovesse lo aumento della ossidazione e con ciò la maggiore produzione del calore, non dovrebbe mancare mai, anche quando si paralizzasse l' animale con curaro o altro agente paralizzante od anestesico, e la temperatura normale non dovrebbe conservarsi nei lunghi digiuni. Quante persone di spirito, nervose e piene di fervore in una fede od in un ideale sopportano scarsa alimentazione o mancanza completa, lavorando e soffrendo senza raffreddarsi? Anzi!

L' errore sta nel volere considerare l' aumento dell' ossidazione, qualora vi sia, quale causa della ipertermia e non vice-

versa come effetto della stessa e della causa febbrigena; giacchè è stato osservato che l' aumento dello scambio gassoso si produce e si mantiene anche quando si eleva la temperatura dell' animale con bagno caldo avanti la febbre.

Per liberarsi da questo erroneo preconcetto basta riconoscere il fatto fondamentale, che abbiamo visto e stabilito, cioè che l'aumento dello scambio gassoso e di tutto il ricambio materiale dipende dall' energia del sistema nervoso, eccitato dall' agente febbrigeno meccanico, fisico o chimico e non da questo direttamente; onde è chiaro che quando il sistema nervoso si trova in grado di eccitarsi (atto a svolgere correnti di azione) si ha produzione di calore, e se ciò non è, come nei casi gravi, si ha l' algidismo, sebbene l' agente agisca con più vigore.

Se non fosse così, nei casi gravi, in cui però il sistema nervoso lotta, negl' individui denutriti ed esauriti non si avrebbe nello stesso tempo alta ipertermia e basso scambio gassoso.

Il consumo organico e la termogenesi dipendono dal sistema nervoso anche per il fatto comune ordinario che aumentano nel lavoro, diminuiscono nel riposo; giacchè in questo cessano le correnti di azione centrifughe del sistema nervoso animale (quelle che determinano la scissione elettrolitica e cioè il consumo organico e che si trasformano in calore), d' onde la necessità per ogni animale di difendersi dal raffreddamento durante il sonno, ad onta che proseguino a svolgersi le correnti nel sistema vegetativo necessarie per la respirazione, circolazione e termogenesi locale. In questo frattempo si compie la ristorazione organica e non pertanto la termogenesi si abbassa. Invece nell' attività vi sono le correnti di azione centrifughe, per cui si aumenta il consumo e la termogenesi, i quali due fenomeni sono concomitanti e indipendenti tra loro, ma l' un l' altro s' influenzano sempre mediante il sistema nervoso a cui sono direttamente sottoposti.

Oltre di ciò, del ricambio organico, solamente l' ossidazione del carbonio e dell' idrogeno potrebbero produrre calore, mentre

la previa scissione elettrolitica assorbe energia (legge capitale della Fisico-chimica); e secondo è stato dimostrato da Berthelot e Petit, all' opposto di quanto si crede, le sostanze azotate nell' organismo nel trasformarsi sino alle finali forme di estrattivo ed urea non sviluppano calore, perchè l'azoto non si ossida ma forma ammonio (ione a 4 cariche elettropositive dell' idrogeno) prima di passare ad urea, in cui vi è eliminazione di due molecole di acqua dal rispettivo carbonato.

Nelle ipertermie si è osservato spesso, ma non sempre, aumento dell' urea, delle sostanze uriche, di sostanze estrattive incompletamente ossidate e acide, di pigmenti ecc., ma non costantemente, variabili, più evidenti nei primi giorni, in seguito poco o non rilevanti e mai in proporzione della curva termica. Perciò neanche da questo lato è possibile ammettere l'origine chimica della ipertermia.

D'altra parte, le modificazioni del sangue nelle febbri, quali la diminuzione degli ematoblasti e dei corpuscoli rossi nell'acme della febbre (Hayem); viceversa l' aumento dei corpuscoli bianchi; la diminuzione della capacità respiratoria del sangue e dell'attività ossidante dell'emoglobina o consumo di ossigeno del sangue nei tessuti, in ragione diretta dell'elevazione della temperatura (Henocque); la diminuzione dell' acido carbonico contenuto, osservata in malati febbricitanti come in animali inquinati con colture virulenti; infine la diminuzione dell' alcalinità del sangue, mentre talvolta spesso sono aumentati i prodotti di consumo, i suddetti fatti dico, mai in proporzione della ipertermia, depongono a sfavore della termogenesi chimica, e dimostrano che l'ossidazione non è proporzionata alla decomposizione, più o meno anormale, causata dalla ipertermia e dall' agente patogeno per mezzo del sistema nervoso o anche direttamente.

E qui è importante notare, che quando l' agente patogeno non agisce in nessun modo sul sistema nervoso non produce febbre, ma solamente produce una infiammazione o altra lesione locale senza ipertermia generale. Per tale ragione si hanno ma-

lattie con o senza febbre; anche si hanno gli stessi processi morbosi, differenti solamente per forma, intensità e sede, talvolta con febbre e tal'altra senza; si hanno importanti alterazioni del ricambio materiale, che decorrono senza ipertermia giusto appunto quando e dove dovrebbe esserci, se fosse vero che la termogenesi avesse origine da esso. Questo è il colmo dell' ironia. Per me basta.

Una volta che la termogenesi è un atto riflesso, che si produce in seguito ad uno stimolo esterno ed interno, l'alimento è necessario solamente perchè da esso il sistema nervoso, ossidandolo, attinge una gran parte di energia di cui abbisogna per le funzioni e per la termogenesi, e non serve direttamente a produrre calore come pare di essere e vi si crede (1). E siccome l'alimentazione non è che una delle molteplici sorgenti di energia, di cui l' organismo dispone, così talvolta può per qualche tempo farne a meno di essa, a parte il consumo del materiale immagazzinato.

Quindi concludiamo che la termogenesi è una funzione riflessa del sistema nervoso, il quale trasforma in energia termica l'energia elettrica che attinge dall' ambiente esterno ed interno.

Intanto siccome varia l'ambiente esterno specialmente per la temperatura, così è necessario che la funzione riflessa termogenetica debba variare a seconda la temperatura esterna. Da ciò due ordini di animali: quelli che hanno temperatura variabile conforme a quella esterna (eterotermi), e quelli che l' hanno costante ad onta che quella esterna varii in più od in meno (omeotermi).

I primi all'abbassamento della temperatura esterna non subiscono eccitamento per il freddo, e perciò non producono calore, onde si raffreddano in proporzione e cascano in torpore e letargo invernale (ibernazione). La loro termogenesi è limitata, s' indebolisce sempre più al raffreddamento, e perciò non può compensare le perdite del calore; essi quindi si assiderano nello inverno.

---

(1) Questa teoria ha il pregio che non urta colle leggi termochimiche stabilite, le quali sebbene esatte, calcolano il principio e la fine e lasciano oscuro l'intermedio, che viene rischiarato da essa.

Al ritorno del calore primaverile essi si riscaldano come in una stufa, allora il sistema nervoso si eccita ed alla sua volta eccita il ricambio materiale e l' ossidazione. Un certo grado di calore (1) è condizione indispensabile a che ogni cellula sia eccitabile, cioè atta ad acquistare energia, che accumula come potenziale, ed a svolgere correnti di azione per eseguire le funzioni. Negli animali ibernanti pare che vi manchi nella loro cute un sistema nervoso eccitabile al freddo, atto ad elettrizzarsi e ad eccitare il sistema nervoso centrale.

Negli animali omeotermi invece, i nervi cutanei per adattamento si elettrizzano in modo speciale al freddo dell'aria, per cui si eccita il sistema nervoso centrale, donde si svolgono correnti di azione centrifughe, le quali aumentano la scissione e l' ossidazione e spingono l' organismo a maggiore attività, onde produrre più calore per sopperire alla maggiore perdita.

Al contrario quando si eleva la temperatura esterna, diminuisce l' eccitamento sulla cute e quindi nei centri nervosi, nel ricambio materiale e nell'attività animale, per conseguenza diminuisce la produzione termica. E qualora per caldo esterno e insieme per maggiore produzione di calore interno, determinata da lavoro o altro, l'organismo si riscalda, in compenso si aumenta la irradiazione, si eccita la secrezione del sudore, la cui evaporazione insieme all' esalazione pulmonare sottrae l' eccessivo calore. Qui è necessaria abbondanza di acqua nel sangue.

Così nell'un caso e nell' altro, nei climi nordici anche sino a 30° sotto zero (Nansen) ed in quelli tropicali oltre il 37° sino a 60° c. la temperatura animale si mantiene costante, forse oscillante infra qualche grado.

Questo potere regolatore è dovuto al sistema nervoso, come è dimostrato dalle esperienze di Pfluger, in cui tolta l' influenza del cervello e del midollo spinale, il ricambio è meno attivo

(1) Il calore rende spostabili le molecole e gli atomi e li mette in movimento perchè rifornisce come calore latente la carica elettrica emessa nella combinazione precedente.

quanto più bassa è la temperatura dell'animale, il quale si raffredda progressivamente avendo perduto il mezzo di produrre calore; e dalle esperienze di Sanders-Ezn, di Senator, di Rröhring e Zunts, di Lehmann e quelle di Erler e Litten, che quando le condizioni termiche esterne sono tali da alterare ed abbassare la temperatnra interna e perciò di paralizzare almeno i nervi cutanei, allora si diminuisce l'eliminazione di CO^2 ed il consumo di O, al punto che gli animali a temperatura costante si comportano come quelli a temperatura variabile.

Il potere regolatore della temperatura si conserva quando la cute, è a temperatura normale o superiore, allorchè questa possiede conducibilità e potere emissivo del calore, che vi si produce continuamente, coadiuvata dalla secrezione sudorale; invece il suddetto potere si altera se la cute viene raffreddata, allorchè si abolisce la conducibilità ed il potere emissivo, non chè la elettrizzabilità al freddo ed al caldo o alle variazioni di temperatura esterna. Da ciò si comprende che ne deriva una serie di disturbi da raffreddamento o da riscaldamento interno anormale. Di ciò in altro scritto.

II.

Ora che conosciamo cosa è la termogenesi animale ed il potere regolatore della temperatura, possiamo sapere cosa sia la febbre, non che il modo di agire delle cause che la producono o la aboliscono.

Noi abbiamo veduto che i diversi agenti, atti a provocare la termogenesi, si dividono in quelli ad azione periferica sui nervi centripeti ed in quelli ad azione centrale, ma sempre vi agiscono irritando il sistema nervoso. Perciò la febbre, qualunque sia la causa, è sempre di natura nervosa, diretta o riflessa a seconda dove agisce questa causa.

Gli agenti febbrigeni sono meccanici, fisici e chimici e così

classifichiamo le febbri in triplice serie per la causa, essendo la natura sempre una.

1. *Febbri da cause meccaniche.* Per ordine d' importanza e di frequenza vanno dapprima ricordate quelle originate da microbi, puri e semplici non atti a produrre tossine, o prescindendo da queste, non che originate da plasmodii o altri corpuscoli estranei accidentali penetrati dall' esterno o formatisi nel sangue.

Questi esseri viventi, che si muovono e si riproducono nel sangue o negl' interstizi dei tessuti, esercitano, quali corpi estranei, azione di presenza, di contatto meccanico sulle cellule, a somiglianza dei corpuscoli di amido, licopodio, carminio.

D' altra parte le cellule viventi dei tessuti, anch' esse quali protozoi elettrogenici, specialmente quelli nervosi, al contatto di quei nuovi intrusi, sviluppano anormale corrente elettrica di azione, per la proprietà fondamentale di ogni protoplasma di fare ciò sotto qualunque minima azione di ogni agente.

Non fa bisogno di ripetere ciò che abbiamo detto a proposito della termogenesi, cioè che queste anormali correnti di azione, non prodotte dagli stimoli normali e perciò fuori bisogno, senza scopo funzionale, si emanano dal sistema nervoso irritato meccanicamente per contatto alla periferia o nei centri, e si trasformano in calore, che s' irradia intenso attraverso la cute, dando luogo al fenomeno febbre, con tutta la sindrome relativa dei disturbi delle funzioni vegetative e animali, di cui abbiamo già parlato.

Il plasmodio della malaria, lo spirillo della febbre ricorrente sono i tipi di microbi febbrigeni ad azione meccanica e che senza produrre tossine e quindi senza agire chimicamente, si mostrano nel sangue durante l' accesso. Così nella pulmonite, il pneumococco non si riscontra nel sangue che nel momento dello scoppio febbrile, al quale esso vi prende parte per azione meccanica sui tessuti nervosi. Si capisce che i microbi generatori di fermenti o di tossine agiscono in doppio modo: meccanicamente e chimicamente. Il microbo della resipola, il plasmo-

dio (?) del vaiuolo infiammano la pelle, irritano i nervi cutanei e così producono la febbre.

Le più tipiche di origine meccanica sarebbero le febbri traumatiche, sia che il trauma accada sui centri o sui nervi periferici, a condizione che produca irritazione diretta nel primo caso, riflessa nel secondo.

Così nell' apoplessia cerebrale, il traumatismo emorragico e l' azione meccanica, forse anche chimica del sangue stravasato, fanno svolgere l' enorme quantità di energia generatrice del calore. Nello stesso modo agisce una lesione o causticazione sulla corteccia cerebrale o su altre parti dell' encefalo e del midollo spinale.

È noto il fatto che conficcando un chiodo nel zoccolo di un cavallo, sorpassando l' unghia, si ha febbre generale, mentre questa manca se si recide il nervo della gamba (C. Bernard). La penetrazione di una spina in una estremità, se produce febbre, agisce pure per azione riflessa. Le fratture sottocutanee, lo schok traumatico, la commozione, il cateterismo ecc.: sono febbrigeni per lo stesso meccanismo.

2. *Febbri da cause fisiche.* Queste sono molteplici e sono prodotte dalla stessa energia nervosa (elettrica) dell' organismo, come nelle febbri da emozione morale, da isterismo, da epilessia, catalessia, tetano ecc., da infiammazione o da calore o altra energia esterna.

L' energia che si produce nelle emozioni è fisica, cioè elettromagnetica, la quale si produce negli organi di senso nel momento della sgradevolissima e penosa sensazione visiva, auditiva o tattile. In tali circostanze le correnti centripete eccitano nei centri le correnti di azione centrifughe e quello che segue.

In sostanza agiscono come le cause traumatiche.

Talvolta le correnti centripete paralizzano l' inibizione e perciò si ha liberazione dell' energia trattenuta da quella nei centri eccitomotori.

Nell' isterismo dove vi è un' accumulazione instabile di ener-

gia, si ha l' ipertermia per diminuita inibizione o forse per suggestiva aumentata produzione.

Nell' accesso epilettico, la corrente dell' aura neutralizza istantaneamente tutta l' energia inibitrice accumulata nei lobi anteriori, donde la perdita della coscienza, e perciò violenta scarica dai centri eccitomotori corticali e bulbari, donde contemporaneamente o poco dopo l' accesso convulsivo, ne segue la febbre.

Così nell' ipnotismo e nello stato catalettico, sospesa l'inibizione del soggetto, si può produrre la febbre.

Appartengono a questa categoria la febbre da incubazione degli uccelli, da parto nei mammiferi, quella del latte nelle puerpere, della crescenza nei fanciulli.

Le febbri infiammatorie debbono considerarsi prodotte da energia fisica sviluppata dal focolaio infiammatorio, la quale agisce per via riflessa; come p. e. quando si fa l' iniezione sterilizzata di nitrato di argento sotto la cute o di tintura d' iodio nella tunica vaginale, si ha una ipertermia sino a oltre 40° c. (Haack), e come egualmente succede determinando spandimenti sanguigni asettici nel peritoneo o nelle articolazioni (Pillon). In modo analogo si producono le febbri da patereccio o flemmone, la febbre della dentizione ecc.

Nelle grandi infiammazioni di organi viscerali, o di sierose, la febbre può originarsi dal processo flogistico, quando questo è asettico, come nel reumatismo articolare, ma ha anche origine dal raffreddamento cutaneo e da infezione quando vi esiste.

Vi sono casi di febbre da riscaldamento, come quando in clima caldo afoso in cui è ostacolata la dispersione cutanea del calore si esegue un forte lavoro sotto la sferza del sole, in cui vi è intensa produzione interna; per l' uno e per l' altro motivo si ha accumulo di calore nell' interno, per cui la cute si soprariscalda, s' infiamma quasi e diventa enormemente termoestesica e, in modo contrario all' ordinario a moderato caldo ed in riposo, dalla cute parte una forte irritazione, la quale nei centri

fa svolgere altre correnti, aggravando lo stato generale e producendo una pericolosa ipertermia da insolazione o da strapazzo. Appoggia questa teoria il fatto che l' applicazione di acqua fredda ghiaccia scongiura il pericolo, perchè abolisce il riscaldamento della cute e sottrae calore dall' interno.

Anche le febbri reumatiche o da raffreddamento cutaneo sono di origine fisica. È frequente e noto al mondo intero il fatto, che quando un animale, specialmente nel momento in cui è riscaldato per lavoro o per altro, se viene colto da improvviso raffreddamento cutaneo, è preso da reumatismo con o senza febbre, oppure da una febbre reumatica senza alcuna localizzazione flogistica apparente, dove invece vi può essere una endoarterite non sospettata e non diagnosticabile. È noto pure che in tali casi dopo una sudata o la provocazione di una diaforesi a letto, la febbre scompare e tutto rientra nel normale come per incanto. Come avviene ciò?

Per intenderci premettiamo il fatto che nello stato normale la cute a temperatura di 37°c. ed asciutta, possiede la proprietà di elettrizzarsi sotto la impressione delle variazioni rapide della temperatura dell' aria, specialmente di quelle fredde come sotto ogni altra impressione di azioni meccaniche, fisiche o chimiche, per la qual cosa essa acquista un potenziale E. M. Per questo potenziale, come ogni cellula e tessuto, la cute attira sangue (tropismo trofico positivo) il quale mentre dilata i vasi vi porta calore dall' interno. In tal modo la pelle sebbene colpita da aria fredda, è iperemica e rossa e conserva la sua temperatura normale necessaria a conservare le sue proprietà elettrogeniche o vitali, che se sono massime nella gioventù e diminuiscono nella vecchiaia, si aboliscono più o meno quando la cute subisce un raffreddamento sia pur superficiale per prolungata sottrazione di calore.

Le impressioni fredde elettrizzano e riscaldano a condizione che siano variabili e di breve durata, e che la cute sia asciutta.

Perciò questo raffreddamento si ha specialmente quando la

cute è bagnata di sudore o di acqua ed è sotto una corrente di aria, la quale raffredda in due modi; in uno favorendo l'evaporazione, determina una intensa e rapida sottrazione di calore non possibile ad essere nell'istante compensato da altro irradiato dall'interno; nell'altro per il fatto che la presenza dell'acqua sulla cute fa neutralizzare le due elettricità che vi si svolgono normalmente di continuo sotto la pressione, il movimento, ed i cambiamenti termici dell'aria (1), in cui l'aria prende la elettricità negativa e la pelle quella positiva, per cui non si ha elettrizzamento e non si acquista potenziale E. M. E con ciò si abolisce il tropismo trofico, non si attira sangue e si aboliscono le correnti centripete di azione, quelle che eccitano il sistema nervoso a svolgere altre correnti centrifughe termogeniche e aumentare la produzione del calore, si contraggono i vasi cutanei, si arresta la dispersione del calore, che si accumula nell'interno.

Con la pelle raffreddata gli animali omeotermi diventano pressapoco eterotermi, perchè allora nell'ambiente freddo non si eccitano nè il ricambio materiale nè la termogenesi, i quali piuttosto diminuiscono, e in quello caldo tendono ad aumentare invece che moderarsi; insomma il rovescio del normale quando la cute ha 37 gradi di temperatura.

Ciò che ho detto, essendo nuovo, può sembrare fantastico; ma è invece positiva verità, basata sulle leggi della Fisica sperimentale e sulle osservazioni galvanometriche seguenti.

Du Bois Reymond osservò una corrente derivata molto intensa tra la superficie cutanea esterna e quella interna, dalla prima alla seconda cioè penetrante, la quale proviene dalla carica di riposo di quella elettricità prodotta dall'azione dell'aria sulla epidermide. Ma ciò nello stato di riposo, mentre nel lavoro con consecutivo riscaldamento della cute, si hanno correnti di azione

(1) Questo fatto è generale a tutti i corpi in natura vivi o non; nessun corpo si elettrizza ed acquista un potenziale quando è bagnato.

provenienti dall' interno pei nervi centrifughi, cioè uscenti, le quali eccitano le glandole, trasportano liquido, umori e sangue alla pelle, e s'irradiano sotto forma di calore in massima parte, oltre quelle come ondulazioni elettromagnetiche.

Secondo le ricerche di Meissner e di Stein, la superficie cutanea dell' uomo presenta una tensione elettrica positiva, la quale può raggiungere in taluni casi una intensità considerevolissima, da ciò le persone elettriche. Mediante il galvanometro si è osservato, che l' intensità delle correnti cutanee varia secondo la temperatura e l'umidità della pelle e cioè sono più intense quando la cute è più calda sia pur sudante e traspirante; così pure l'ossigeno le favorisce, mentre l' acido carbonico, gli anestesici ed il rafreddamento aboliscono dette correnti, perchè aboliscono la elettrogenesi.

Visto ciò, si capisce perchè quando l'organismo per maggior attività produce molto calore, aumentandosi la dispersione cutanea si evita il dannoso accumulo; ma se in tal momento la cute viene raffreddata, si arresta la dispersione del calore, che si accumula nell'interno, s'invertono le correnti uscenti che si diriggono nel sistema nervoso od in altri organi suscettibili di riceverle. È regola, che sono più suscettibili di ricevere energia retrocessa dalla cute raffreddata, e perciò di ammalarsi, quelle parti od organi, che si trovano nel momento più riscaldate o in funzione o che abbiano una irritazione latente per pregresso reumatismo o trauma o altro, cioè che siano un *locus minoris resistentiae.*

Il sistema nervoso in tale congiuntura viene a ricevere un eccitamento anormale, svolge in conseguenza una enorme quantità di correnti centrifughe, le quali non causate dalla volontà ad uno scopo funzionale, si trasformano in calore radiante dalla pelle e così si stabilisce il processo febbrile reumatico.

Quando in caso di raffreddamento lieve, oppure di produzione moderata di calore, il sistema nervoso non viene assalito dalle correnti di energia retrocessa, ma che questa si concentra

in altro luogo di minore resistenza, si ha l' infiammazione reumatica di tale luogo, ma non febbre generale.

In ogni modo per aversi febbre bisogna che il sistema nervoso centrale divenga sede forzata di correnti retrocesse dalla cute raffreddata.

Questo fatto conferma la nostra teoria che la termogenesi animale è un atto riflesso del sistema nervoso e che ogni febbre è di natura nervosa.

Al principio dell'accesso febbrile, l'irradiazione del calore trova ostacolo alla pelle nel momento che si produce il brivido, poi si stabilisce l' irradiazione, in cui la pelle è arida ed ardente, e finalmente quando questa è ritornata a riscaldarsi, come nell'acme, si ripristina la sua conducibilità elettrica e quindi le correnti di azione uscenti, vi ritorna l'afflusso del sangue, si promuove la secrezione del sudore, si forma una specie di bagno caldo automatico, si completa la dispersione del calore e di ogni energia all' esterno e così l' organismo si scarica dello eccesso di energia accumulata, si refrigera e col ritorno della temperatura al normale cade la febbre, in cui si ha una defervescenza talvolta di alcuni decimi o qualche grado più sotto.

Mirabile natura medicatrice! Essa ci insegna che il bagno caldo è un sovrano rimedio in moltissimi casi, meno quando vi è riscaldamento esterno.

Per completare il nostro studio non posso trascurare di spiegare il meccanismo del brivido.

Quando la cute è a temperatura normale e specialmente ad una superiore, ma asciutta, è molto sensibile al caldo, poco sensibile al freddo, e a quest'ultimo agente si ristora e si eccita senza raffreddarsi, perchè si elettrizza. Ma quando è umida, sebbene calda, la corrente di aria vi produce per due motivi un forte raffreddamento come abbiamo veduto, perciò quando siamo sudati istintivamente cerchiamo asciugarci, la quale cosa ci procura un piacevole refrigeramento senza raffreddamento, e a tutti è noto

che asciugandoci a tempo opportuno in luogo chiuso, noi scongiuriamo un pericoloso raffreddamento.

Invece la cute quando è previamente raffreddata, è poco sensibile al caldo, per cui si conforta solamente ad un grado superiore all' ordinario, che allo stato normale piuttosto recava molestia; ma è invece sensibilissima al minimo freddo, che altra volta era gradevole e anzi si desiderava più intenso, cioè è affetta da crioestesia. In questo caso si sa che riscaldandosi la cute e riacquistando le sue proprietà fisiologiche, la sensibilità ritorna al primiero stato.

Premesso ciò, si comprende come all' inizio dell' accesso e nella fase ascendente della febbre, fino a quando la cute non si riscalda con lo stesso calore febbrile e coll' aiuto di sufficienti coperture, essendo crioestesica notevolmente, l'aria ambiente anche a temperatura mite e tiepida, come gli stessi indumenti indossati, produce sensazione molesta di freddo, donde nasce il brivido con o senza tremito, il quale dura fino a quando non si forma un' atmosfera sufficientemente calda attorno il corpo.

Il brivido è per intensità e durata corrispondente al grado del raffreddamento e della crioestesia cutanea; perciò tutte le volte che vi è brivido vuol dire che al momento dell' accesso vi è cute raffreddata; al contrario quando manca il brivido vuole dire non è più raffreddata e non più crioestesica, come avviene nell' acme della febbre.

Perciò, il brivido predomina nei primi giorni di febbre e manca in seguito. La crioestesia che manca nell' acme, può riacquistarsi dopo la defervescenza.

La crioestesia a pelle raffreddata è permanente quando non vi è febbre, come nell' influenza ed altri raffreddori o affezioni reumatiche comuni. Perciò la febbre è una reazione salutare.

Dunque, essendo aumentata la crioestesia e quasi abolita la termoestesia, il malato istintivamente fugge il freddo, cerca il caldo, si ripara sotto coperture pesanti (quando può), prende bevande calde aromatiche eccitanti e si procura un'abbondante su-

data e diaforesi, a capo della quale febbre e processo reumatico sono finiti.

Si capisce che il bagno caldo prolungato sino a raffreddamento è il migliore antitermico. Quanto più presto e più energico si adotta questo metodo curativo, tanto è più efficace; esso ha l'obbiettivo di fare riprendere alla cute le sue funzioni soppresse dal raffreddamento.

Da quanto abbiamo detto il lettore potrà trarre altre utili indicazioni terapeutiche specialmente nelle malattie reumatiche.

In queste febbri non fa bisogno di supporre l'intervento di microbi e di tossine o di fermenti essudati dai tessuti o penetrati dall'esterno. Questi agenti possono bensì sopravvenire, stabilirsi e diffondersi sulle mucose, più o meno infiammate o assiderate, e poi penetrare nell' interno. Il processo febbrile reumatico è sempre asettico almeno al principio e nei casi lievi ed ordinarî, appresso può consecutivamente diventare infettivo, avendo il processo reumatico preparato il terreno all' invasione di una infezione, come nella pulmonite, bronchite, gastroenterite ecc.

È in tal modo che una infezione segue ad una causa reumatizzante e pare determinata in modo inesplicabile dal freddo umido.

Da ciò che abbiamo detto risulta pure che almeno la febbre reumatica è rimedio a sè stessa; perchè riscaldandosi la cute, si favorisce la dispersione del calore accumulato e può uccidersi il microbo qualora vi sia.

3. *Febbri da cause chimiche.* Le sostanze che per azione chimica producono la febbre si dividono in due serie e sono in una i fermenti o zimasi o enzimi, e nell' altra quelle sostanze che eccitano l' asse cerebro-spinale.

È noto essersi conosciute delle sostanze speciali albuminoidi nei vegetali e negli animali, le quali scindono idratando, e talvolta anche ossidando, gli idrati di carbonio, i grassi, i glucosidi, gli albuminoidi ed i tessuti viventi, non che sostanze organiche diverse per azione chimica catalitica. Da quest' azione nell' or-

ganismo vi è svolgimento di energia elettrica e termica e se si esercita sugli elementi anatomici, vi è irritazione dei tessuti e specialmente di quello nervoso e perciò aumento della termogenesi e quindi ipertermia.

I fermenti sono corpi albuminoidi solubili, combinati ad alcali o sali minerali, amorfi, non organizzati ma viventi, i quali, finchè racchiusi nel protoplasma sebbene accanto alla sostanza fermentescibile, sono inattivi e non agiscono che quando sono liberi e disciolti.

La diastasi dell' orzo germogliato e specialmente l' invertina, l' emulsina, la mirosina, la papaiotina, la ricina, l'abrina, il fermento dell' uva e della birra, quello delle euforbiacee, del fico, del Rhus radicans e molti altri fermenti delle piante noti ed ignoti, iniettati nel sangue o sotto la cute di un animale, vi producono una intensa ipertermia. L' invertina p. e. eleva rapidamente di parecchi gradi la temperatura degli animali ai quali s' inietta; alcuni decimi di milligr. per chg. determinano tosto un accesso di febbre (Roussy).

Il fibrin-fermento, le albumosi (Bergmann, Angerer, Edelberg), le albumosi della digestione (Mathes), di una coltura di Bacterium coli (Krehl), la pepsina (Hildebrandt), una soluzione di caseina di glutine (Buchner), la pancreatina (Isaac Ott), la tubercolina di Kock, la tossina della difterite e di altri microbi patogeni ecc.: sono dei fermenti, i quali iniettati nel sangue o assorbiti da una mucosa o soluzione di continuità provocano una intensa febbre, insieme ad una pericolosa azione tossica.

I liquidi delle colture, sterilizzati e filtrati, contengono fermenti e producono la febbre; anche l' estratto acquoso dei testicoli necrobiosati, di altri organi malati ed anche di alcuni sani (fegato, milza, capsule surrenali); i globuli bianchi del sangue, il pus, estratti di sostanze in putrefazione (carne, urina ecc.), i pigmenti delle urine (Mairet e Bose), le sostanze dializzabili delle urine, (le non dializzabili sono ipotermizzanti), producono

febbre per ignote sostanze fermentative o per azione irritante sul tessuto nervoso.

I fermenti proteolitici possono attaccare i globuli del sangue, o le cellule dei tessuti, fra cui anche quelle dei centri nervosi. Anche l' emoglobina e l' ematina diffusa possono produrre ipertemia.

Comunque sia, tutti producono ipertermia, la quale non si manifesta quando il sistema nervoso è paralizzato in qualunque sezione dell' arco diastaltico o neurone, cioè : nei nervi sensitivi, nei centri o nelle estremità motrici, mediante i noti mezzi della vivosezione o di un agente paralizzante, ad onta che il fermento continui la sua azione catalitica nei tessuti.

Abbiamo veduto che ciò avviene, perchè da quest' azione chimica non si svolge direttamente calore , come erroneamente si crede, ma un' altra energia, la quale riflessa dal sistema nervoso alla periferia si trasforma ivi in calore.

In queste febbri vi è mancanza di eccitamento muscolare, dal quale potevasi fare dipendere la maggiore produzione termica ; anzi vi è senso di malessere, prostrazione, incapacità al lavoro, perchè il sistema nervoso perde anche il potenziale che teneva accumulato , il quale costituiva la forza della tonicità , di potenza ed attitudine al. lavoro, e il senso di benessere.

L' insonnia, il delirio e poi il torpore, il coma, e talvolta i fenomeni di manìa e quelli più rari convulsivi , sono sintomi indicanti che l' agente patogeno (microbo o tossina) si è introdotto nei centri encefalici e spinali.

Con l' alta ipertermia l' organismo cerca di combattere e distruggere il microbo e il suo fermento e perciò, siccome gli antipiretici indeboliscono il sistema nervoso , così ostacolano la vittoria dell' organismo. Il bagno più o meno tiepido o poco fresco è il rimedio per eccellenza che sottrae calore e rinvigorisce l' organismo ed eccita il sistema nervoso a produrre più energia colla quale possa liberarsi del suo micidiale fagozoa.

In ultimo resterebbe a parlare di quelle febbri prodotte da

veleni, i quali eccitano i centri cerebrali ed in conseguenza di ciò determinano l' ipertermia, sino ad una data dose, oltre la quale paralizzando per alterazione fisica o chimica gli stessi centri, determinano infine ipotermia: si capisce che la dose è molto relativa.

Ne abbiamo già parlato nello studio della termogenesi e del modo come tali agenti producono l' ipertermia; ci resta di aggiungere qualche cosa riguardo alla natura della loro intima azione.

Abbiamo veduto che le convulsioni da essi provocate non sono generatrici di calore, e che tanto le forti contrazioni muscolari convulsive, quanto la ipertermia sono fenomeni concomitanti, indipendenti tra loro ed ambedue generati dalla energia intensa, che viene sviluppata dai centri sotto l' azione di tali agenti.

La tetanina, la midaleina, la cocaina, la giusquiamina, l'atropina, la veretrina, la stricnina, la chinina (1) e analoghi, la canfora ecc., i sali di ammonio, di sodio e di litio oltre le convulsioni producono ipertermia, per azione eccitante sulla corteccia cerebrale o su altre parti del cervello, del bulbo e del midollo spinale (2).

Ognuno di questi composti agisce come tutto un ione complesso elettropositivo per l' idrogeno ammonico o ammidico, imidico, ossimico, fenolico, alcoolico; per cui elettrizza per induzione la cellula nervosa, colla quale viene in contatto, cioè rende manifesto il potenziale latente o carica di riposo della cellula sotto forma di energia attiva o corrente di azione, e come stimolo anormale straordinariamente superiore a quei normali portati dal sangue, determina la scarica violenta di intense correnti centrifughe, le quali producono le forti contrazioni muscolari ed il

(1) La febbre chinica del Prof. Tomaselli dipenderebbe dall' azione della chinina e da quella dell' ematina diffusa nel plasma.

(2) Curci — *Azione fisiologica del sodio, idem del litio,* in corso di pubblicazione.

calore. Quando il potenziale si esaurisce e le sue sorgenti sono del pari esaurite, ne segue la paralisi per esaurimento oppure senza di ciò per azione dell' idrocarburo fondamentale, il quale sopprime ogni dinamogenesi e abolisce ogni conduzione (1).

Le convulsioni le quali sono ad accessi, a scosse e a scariche intermittenti, significano che l' elettrizzamento fa aumentare la carica latente di ogni cellula, e quando la detta carica raggiunge una elevata tensione scoppia violentemente, dando luogo ai noti fenomeni convulsivi ed ipertermici, come pure indicano che la corrente derivata da quelle scariche è corrente interrotta, alternativa, come quella data da un rocchetto Rumkoff.

Perciò l'azione di questi agenti è in sostanza di natura fisica, cioè elettrica, ma che viene considerata appartenente alla misteriosa ed ignota azione chimica (2).

Qui facciamo punto al nostro studio, che io ho cercato di esporre in modo più breve possibile, ma che meritava maggiore svolgimento, specialmente nei punti riguardanti la Elettrofisiologia e la Fisica biologica; ciò in altro scritto.

Possiamo concludere che la febbre è di natura nervosa, come nerveo-elettrica riflessa è la termogenesi, e che il chimismo organico non produce direttamente calore come si è creduto da Lavoisier a noi, ma bensì energia elettrica, che si accumula nel sistema nervoso, dal quale è trasformata nelle diverse funzioni, tra cui la termogenesi (3).

La pila congiunta ad un accumulatore rappresenta lo schema dell'organismo; in quantocchè, in questo le cellule sono le pile per cui i tessuti e gli organi costituiscono delle immense batterie di pile, ed il sistema nervoso ne è il potente e meravi-

---

(1) In un prossimo lavoro svilupperò la teoria dell' azione biologica dei farmaci.

(2) La pretesa azione chimica è azione fisica effetto dell' attrazione della materia, e la così detta energia chimica per me non esiste.

(3) A somiglianza del radio, il quale da una parte riceve l'energia dall' ambiente esterno e dall' altra la emette sotto forma di raggi elettromagnetici, di raggi luminosi, di raggi termici e di altra natura.

glioso accumulatore, per cui opera le diverse funzioni ed anche i fenomeni straordinarii miracolosi, ma sempre fisici e naturali.

Dal nostro studio risulta che vi sono febbri infettive e febbri asettiche, ma sempre col mezzo del sistema nervoso, e non importa che la mania del microbismo e chimismo, attraverso il microscopio della fantasia suggestionata, voglia vedere da pertutto non altro che microbi e fermenti coi relativi antisettici posticci, e faccia mettere ostacolo al riconoscimento della verità e dello errore in cui si è caduto.

È tempo di persuadersi che era una chimera quella di volere ostinarsi a cercare la causa e la natura della febbre in un alterato chimismo, come l' origine del calore animale nella combustione organica. Ed io posso dire altamente che il chimismo per i Fisiologi e Patologi moderni, come causa e ragione della vita normale e patologica, equivale alla famosa pietra filosofale degli Alchimisti, che non è mai esistita.

La Fisica e la Fisico-chimica saranno la base della nuova Fisiologia che sorge. Nel mio lavoro « *L' Organismo vivente e la sua anima* » (1) si dimostra ciò che è la vita, quale l' energia, la quale crea l' organismo e promuove le funzioni vitali, fra cui la termogenesi ed il fenomeno febbre, il cui studio abbiamo grossolanamente abbozzato.

Dal Laboratorio di Farmacologia Sperimentale della R. Università
Catania Dicembre 1904.

---

(1) Per meglio comprendere la nostra teoria confrontare questo mio libro edito da Alberto Reber. Palermo—Corso V. E.

Dott. FRANCESCO D' AMICO

Sulla varietà quartica con tre piani semplici dello spazio a quattro dimensioni

RELAZIONE

DELLA COMMISSIONE DI REVISIONE COMPOSTA DAI SOCI EFFETTIVI
PROFF. GIUSEPPE LAURICELLA E MARIO PIERI (*relatore*)

In questo Saggio si studiano, sotto l' aspetto projettivo, certe ipersuperficie quartiche dell' S_4, notevoli per possedere tre piani semplici sghembi e un numero finito di punti doppî.

Il principale strumento di ricerca è fornito da una elegante rappresentazione birazionale della varietà sullo spazio ordinario, attraverso il complesso del 1° ordine di tutte le rette dell'S_4 che incontrano i tre piani dati. L' a. risolve altresì con lodevole diligenza il problema inverso, di assegnare a priori nello spazio ordinario un sistema lineare ∞^4 di superficie, atto a definire projettivamente una varietà razionale della specie suddetta.

Ogni ipersuperficie del 4° ordine (nell' S_4) contiene almeno ∞^1 rette, queste, nel caso quì tolto a studiare, si distribuiscono in otto superficie rigate: di cui l' a. (tra molte altre cose) determina i principali caratteri geometrici e le mutue relazioni—superando ingegnosamente alcune difficoltà non comuni.

La Commissione è di parere, che questo lavoro—sebbene d'indole speciale e monografica — offra un sufficiente interesse, sia per la qualità del soggetto (dove ben pochi sono i fatti generali che si conoscono) sia per la serietà ed importanza delle quistioni trattate: e perciò ne propone la stampa negli Atti dell' Accademia.

§ 1. — L' equazione generale di una ipersuperficie quartica Φ^4, nell'ambiente projettivo a quattro dimensioni $[S_4]$, contiene $\binom{4+4}{4} = 70$ termini; e però si potrà sottoporre a 69 condizioni lineari. Ora, affinchè una tal varietà contenga *tre* piani generici,

basta sottoporla a passare per *quindici* punti *indipendenti* del primo, *quattordici* del secondo e *tredici* del terzo ; onde : « Nell'S_4 *esistono sempre varietà del quarto ordine a tre dimensioni*, Φ^4, *passanti per tre piani dati ad arbitrio* $\pi_{(1)}$, $\pi_{(2)}$, $\pi_{(3)}$; *e l' equazione generale di una tal varietà contiene ancora ventisette parametri* (*non omogenei*) ».

§ 2. — Se i piani $\pi_{(1)}$, $\pi_{(2)}$, $\pi_{(3)}$ sono ad es. :

$$\pi_{(1)} \equiv (x_1 = 0,\ x_2 = 0),\ \pi_{(2)} \equiv (x_4 = 0,\ x_5 = 0),\ \pi_{(3)} \equiv (x_2 = x_3 = x_4)\ ;$$

e se A_i, B_i,.... sono funzioni omogenee delle x_4, x_5 di grado uguale ad i, vale a dire :

$$A_i = a_0^{(i)}\ x_4^i + a_1^{(i)}\ x_4^{i-1}\ x_5 + \dots + a_i^{(i)}\ x_5^i,$$

$$B_i = b_0^{(i)}\ x_4^i + b_1^{(i)}\ x_4^{i-1}\ x_5 + \dots + b_i^{(i)}\ x_5^i, \dots\ ;$$

l' equazione generale di una Φ^4 come sopra prende la forma :

$$(1)\ \begin{cases} B_1\, x_1^2\, x_2 + C_1\, x_1^2\, x_3 + D_1\, x_1\, x_2^2 + E_1\, x_1\, x_2\, x_3 + F_1\, x_1\, x_3^2 + G_1\, x_2^3 + H_1\, x_2^2\, x_3 + K_1\, x_2\, x_3^2 + \\ \quad + A_2\ x_1^2 + B_2\ x_1\ x_2 + C_2\ x_1\ x_3 + D_2\ x_2^2 + E_2\ x_2\ x_3 + \\ \quad + A_3\ x_1 + B_3\ x_2 = 0\ ; \end{cases}$$

dove i coefficienti sono legati fra loro dalle relazioni :

$$(2)\ \begin{cases} b_0' + c_0' + a_0'' = 0,\ b_1' + c_1' + a_1'' = 0,\ a_2'' = 0 \\ d_0' + e_0' + f_0' + b_0'' + c_0'' + a_0''' = 0,\ d_1' + e_1' + f_1' + b_1'' + c_1'' + a_1''' = 0,\ b_2'' + c_2'' + a_2''' = 0, a_3''' = 0 \\ g_0' + h_0' + k_0' + d_0'' + e_0'' + b_0''' = 0,\ g_1' + h_1' + k_1' + d_1'' + e_1'' + b_1''' = 0,\ d_2'' + e_2'' + b_2''' = 0,\ b_3''' = 0. \end{cases}$$

Se ora si pone :

$$u = x_1\,(x_2\, B_1 + x_3\ C_1 + A_2) + (x_2^2\, D_1 + x_2\ x_3\ E_1 + x_3^2\ F_1 + x_2\ B_2 + x_3\ C_2 + A_3$$

$$v = x_2^2\ G_1 + x_2\,(x_3\ H_1 + D_2) + x_3^2\, K_1 + x_3\ E_2 + B_3\ ,$$

l' equazione assegnata per Φ diviene

$$x_1\ u + x_2\ v = 0\ ;$$

dunque: « *la varietà* Φ *è generabile mediante i due fasci projettivi*

$$(3) \quad x_2 + \lambda x_1 = 0, \qquad (4)\ u - \lambda\ v = 0,$$

l' uno di iperpiani passanti per $\pi_{(1)}$, *l' altro di ipersuperficie cubiche contenenti tutte* (come è facile scorgere dalle (2)) *i piani* $\pi_{(2)}$ *e* $\pi_{(3)}$ *ed una certa superficie del* settimo *ordine, che indicheremo con* μ^7 ».

§ 3. — Un iperpiano variabile nel fascio, che ha per sostegno $\pi_{(i)}$ $(i = 1, 2, 3)$, sega ulteriormente la varietà secondo una superficie cubica, la quale incontra alla sua volta $\pi_{(i)}$ lungo una cubica piana, contenente i due punti ove $\pi_{(i)}$ si appoggia agli altri due piani π. Al variare di quell' iperpiano questa cubica descrive un fascio, i *nove* punti base del quale saranno i *soli punti doppii* di Φ, che giacciono in $\pi_{(i)}$. Fra questi sono compresi i *due* punti in cui $\pi_{(i)}$ si appoggia agli altri due piani π ; e però :

« *La varietà* Φ *possiede necessariamente* $27 - 3 = 24$ *punti doppii distribuiti sui tre piani* π, *ciascuno dei quali ne conterrà* nove »

Indicheremo con $H_{i,l}$ $(i = 1, 2, 3,\ l = 1, 2,\ldots 7)$ i *sette* punti doppii di Φ giacenti in $\pi_{(i)}$ ma *non* sugli altri due piani ; e con $0_{(i)}$ $(i = 1, 2, 3)$ i tre punti ove questi piani si incontrano.

È bene osservare che « *per ciascun punto* $H_{i,l}$ *passano sempre* due *rette della varietà, le quali incontrano tutti e tre i piani* π, *mentre per ciascun punto* $0_{(i)}$ *ne passano* quattro ».

§ 4. — *La varietà* Φ *è razionale.* Infatti il complesso lineare Γ di tutte le rette appoggiate ai tre piani $\pi_{(1)}$ $\pi_{(2)}$ $\pi_{(3)}$, riferisce biunivocamente la varietà Φ ad uno spazio ordinario Σ scelto genericamente in $[S_4]$.

Siano $p'_{(1)}$, $p'_{(2)}$, $p'_{(3)}$ le rette, lungo le quali Σ è incontrato dai piani $\pi_{(1)}$, $\pi_{(2)}$, $\pi_{(3)}$; $\delta \equiv 0_{(1)}\, 0_{(2)}\, 0_{(3)}$ sia il piano incidente allo stesso tempo i tre piani π; d' la retta di δ in Σ. Saranno allora $\omega'_{(1)} \equiv p'_{(1)}\, d'$, $\omega'_2 \equiv p'_{(2)}\, d'$, $\omega'_3 \equiv p'_{(3)}\, d'$ le intersezioni di Σ con gli iperpiani $\Omega_{(1)}$, $\Omega_{(2)}$, $\Omega_{(3)}$, projettanti dai punti $0_{(1)}$, $0_{(2)}$, $0_{(3)}$ rispettivamente i

piani $\pi_{(1)}$, $\pi_{(2)}$, $\pi_{(3)}$. Si osservi inoltre che la rigata quadrica χ^2 e la superficie quartica φ^4—ottenute segando con Σ rispettivamente il complesso Γ e la varietà Φ — si tagliano, fuor delle rette $p'_{(1)}$, $p'_{(2)}$, $p'_{(3)}$, secondo una curva c^5 del quinto ordine, direttrice della rigata χ^2 e per conseguenza razionale : sicchè questa curva si appoggerà in quattro punti a ciascuna delle $p'_{(i)}$.

Sono elementi fondamentali o eccezionali di Φ, *rispetto alla corrispondenza suddetta : tutti i suoi punti doppii ; la retta* d, *lungo la quale il piano* δ *sega la varietà fuori dei piani* π, *e la curva* c^5 *anzidetta.* Ad un punto doppio H_{il} ($i = 1, 2, 3$; $l = 1, 2,...7$) di Φ corrisponde in Σ la retta h'_{il}, traccia del piano passante per H_{il} ed incidente gli altri due piani π che non contengono quel punto ; ad un punto $0_{(i)}$ la conica $o'_{(i)}$, contenuta nel piano $\omega'_{(i)}$ e traccia del cono tangente in $0_{(i)}$ a Φ (questa conica incontra due volte la retta $p'_{(i)}$ e passa per i punti in cui la retta d' si appoggia alle altre due rette p') ; ad un punto della retta d *tutti* i punti di d', e ad un punto di c^5 la retta di Γ passante per esso.

Sono elementi fondamentali in Σ : *le rette* $p'_{(1)}$, $p'_{(2)}$, $p'_{(3)}$, d' *e la traccia* r' *di* Σ *sulla rigata* ρ *luogo delle rette di* Φ *appartenenti al complesso* Γ (§ 8).

Ad un punto della $p'_{(i)}$ corrisponde la conica ulteriore intersezione di Φ col piano passante per detto punto ed incidente gli altri due piani π; ad un punto di d' la retta fissa d ; ad un punto della r' la generatrice di ρ passante per esso.

§. 5. — Sia M un punto generico di $\pi_{(1)}$. Fra le ∞^1 rette di Γ passanti per esso , *una sola* appartiene all' iperpiano tangente in quel punto alla Φ (fa eccezione il punto $D_{(1)} \equiv d.\pi_{(1)}$, per cui ne passano ∞^1 giacenti su δ). Al variare di M in $\pi_{(1)}$ quella retta descrive una varietà $\Pi_{(1)}$ tutta contenuta in Γ. Questa contiene *semplicemente* il piano $\pi_{(1)}$ e *doppiamente* i piani $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$; inoltre è segata da un iperpiano Ξ passante per $\pi_{(1)}$, fuori

di $\pi_{(1)}$, secondo una superfice rigata del quarto ordine (*), luogo di tutte le rette che incontrano in punti distinti le traccie di $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$ su Ξ e la cubica piana intersezione di $\pi_{(1)}$ con la superficie cubica di Φ in Ξ. Da ciò segue che: *la* $\Pi_{(1)}$ *è una varietà del* quinto *ordine, la quale* (passando la rigata quartica di cui sopra costantemente per la retta $0_{(2)}\,0_{(3)}$) *contiene — oltre al piano semplice* $\pi_{(1)}$ *ed ai piani doppii* $\pi_{(2)}$ *e* $\pi_{(3)}$ *— la retta* $0_{(2)}\,0_{(3)}$ *pure come doppia, e come semplici ancora il piano* δ *ed i piani, che possono condursi dai punti* $H_{1,l}$ *a tagliar lungo rette i piani* $\pi_{(2)}$ *e* $\pi_{(3)}$.

Ciò premesso è facile vedere, che nella corrispondenza fra Φ e Σ i punti di $\pi_{(1)}$ corrispondono ai punti della superficie del quinto ordine $\pi'^5_{(1)}$ ottenuta secando con Σ la varietà $\Pi_{(1)}$. Questa superficie, oltre le due rette doppie $p'_{(2)}$, $p'_{(3)}$ e la retta semplice $p'_{(1)}$, contiene il punto $0_{(2)}\,0_{(3)}.\,\Sigma = d'.p'_{(1)}$ come doppio, e come semplici le rette $h'_{1,l}$ corrispondenti ai punti $H_{1,l}$, la retta d' corrispondente al punto $D_{(1)} = d\,\pi_{(1)}$, le quattro rette $k_{1,l}$ $(l=1,2,3,4)$ di Γ corrispondenti ai punti $K_{1,l}$ che la c^5 ha in comune con $p'_{(1)}$, ed infine le due coniche $o'_{(2)}$ e $o'_{(3)}$ corrispondenti ai punti $0_{(2)}$ e $0_{(3)}$.

Cose analoghe si possono ripetere in ordine ai piani $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$.

§ 6. — Un piano generico σ di Σ sega la superficie $\pi'^5_{(1)}$ secondo una certa curva q'^5 del quinto ordine, la quale avrà per immagine su $\pi_{(1)}$ una certa curva q passante con due rami per ciascuno dei punti $0_{(2)}$, $0_{(3)}$ e con un sol ramo per ciascuno degli altri punti $H_{1,l}$, $K_{1,l}$. Per averne l'ordine si osservi che il piano σ incontra in un certo punto S la retta $p'_{(1)}$: questo è l'unico punto variabile — dunque diverso dai punti $K_{1,l}$ — che giaccia in $p'_{(1)}$ e che, riguardato come appartenente a $\pi_{(1)}$, abbia per corrispondente in $\pi'^5_{(1)}$ un punto della sezione piana q'^5. Concludiamo: *La curva* q *di* $\pi_{(1)}$, *corrispondente ad una sezione piana*

(*) G. Salmon: « *Géométrie analitique a trois dimensions* » (Trad. par O. Chemin, 1891) §§ 467 e segg.

di $\pi'^5_{(1)}$ *è ancora del* quinto *ordine e si può indicare schematicamente con* $q^5_{0^2_{(2)},\ 0^2_{(3)},\ H,\ D,\ K.}$ »

Viceversa: « *Ad ogni curva* q^5 *come sopra—tuttocchè data ad arbitrio — corrisponde in* $\pi'_{(1)}$ *un' altra curva ancora del* quinto *ordine, la quale (dovendo essere del genere* quattro) *è certamente piana.* »

Si trova così per la superficie $\pi'_{(1)}$ una rappresentazione piana, mediante un sistema lineare ∞^3 di *quintiche* con *quattordici* punti base.

§ 7. — Si è detto che a un punto di $p'_{(1)}$—considerato in Σ— deve corrispondere in Φ la *conica*, ulteriore intersezione di Φ col piano passante per esso punto ed incidente gli altri due piani π (§ 4). Al variar di quel punto su $p'_{(1)}$, questo piano descrive una varietà quadrica, generabile mediante i due fasci prospettivi di iperpiani che projettano da $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$ i punti di $p'_{(1)}$.

L' intersezione di una tal varietà con Φ, tolti i piani $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$, sarà una superficie θ^6_1 del sesto ordine, luogo delle coniche corrispondenti ai punti di $p'_{(1)}$. Questa superficie, oltre a contenere il punto $0_{(1)}$ come doppio ed i punti $0_{(2)}$, $0_{(3)}$ come semplici, passa ancora per gli altri punti di $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$ che sono fondamentali per la corrispondenza. Inoltre, all' esame delle intersezioni delle due varietà suddette con tre iperpiani condotti a piacere per $\pi_{(1)}$, $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$, si vedrà facilmente che la $\theta^6_{(1)}$ sega $\pi_{(1)}$ nella coppia di rette $(p'_{(1)},\ 0_{(2)}\,0_{(3)})$, e sega invece $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$ secondo due quartiche nodali $C^4_{0^2_{(1)},\ 0_{(3)},\ H,\ D,\ K}$, $C^4_{0^2_{(1)},0_{(2)},\ H,D,K}$: avremo così le immagini di $p'_{(1)}$ considerata come appartenente rispettivamente a ciascuna delle tre superficie $\pi'_{(1)}$, $\pi'_{(2)}$, $\pi'_{(3)}$.

Cose analoghe si hanno per le superficie corrispondenti a $p'_{(2)}$ e $p'_{(3)}$.

La presenza delle due quartiche nodali $C^4_{0^2_{(2)},\ 0_{(3)},\ H,D,K}$, $C^4_{0_{(2)},\ 0^2_{(3)},\ H,D,K,}$ (sezioni di $\pi_{(1)}$ con $\theta^6_{(2)}$ e $\theta^6_{(3)}$) fa esser *sovrabbon-*

dante il sistema lineare ∞^3 delle q^5 (§ 6): difatti, associando la prima di quelle due quartiche alle rette del fascio ($0_{(3)}$) e la seconda alle rette del fascio ($0_{(2)}$) si ottengono due fasci di *quintiche* contenuti nel sistema delle q^5 e non aventi una curva a comune; e però quel sistema sarà certamente *più che due volte infinito.*

§ 8. — Passiamo ora alla determinazione della rigata ρ, luogo di tutte le rette di Φ che incontrano i piani $\pi_{(1)}$, $\pi_{(2)}$, $\pi_{(3)}$.

Essa è data come intersezione di Φ e $\Pi_{(i)}$ (§ 5) sceverata dai piani $\pi_{(1)}$, $\pi_{(2)}$, $\pi_{(3)}$.

Ora — visto che le varietà $\Pi_{(i)}$ e Φ si toccano in tutti i punti del piano $\pi_{(i)}$, e sono segate da un iperpiano passante per $\pi_{(i)}$, fuor di $\pi_{(i)}$, secondo due superficie, l' una quartica l' altra cubica, aventi a comune cinque generatrici di $\Pi_{(i)}$ — si conclude:

« *La rigata* ρ, *generata dalle rette del complesso* Γ *che appartengono a* Φ, *è del* quattordicesimo *ordine, e sega i piani* π *lungo curve del* nono *ordine* ». Essa inoltre contiene i punti $0_{(1)}$, $0_{(2)}$, $0_{(3)}$ come quadrupli e tutti gli altri punti doppii di Φ come doppii (§ 3).

Segando questa rigata con l' iperpiano Σ, si ottiene una curva r'^{14} (*fondamentale* per la corrispondenza (§ 4)), la quale — rispecchiando punto per punto le tre direttrici di ρ sui piani $\pi_{(i)}$ — è comune alle tre superficie $\pi'^{5}_{(i)}$, è del genere *nove* ed ha *nove* punti su ciascuna delle $p'_{(i)}$, *uno* sulla d'.

§ 9. — La rigata cubica, luogo delle rette del complesso Γ che si appoggiano ad una retta generica di Σ, sega, fuori dei piani π, una sezione iperplanare λ^4 di Φ in *sei* punti; quindi: « *Alle sezioni iperplanari di* Φ *corrispondono in* Σ *delle curve* λ'^6 *del sesto ordine, le quali* (come risulta da facili argomentazioni) *contengono le rette* $p'_{(i)}$ *come doppie la* d' *e la* r'^{14} *come semplici* ».

Similmente: La varietà cubica, luogo delle rette di Γ che si appoggiano ad un piano σ di Σ, sega, fuori dei piani π, una

sezione piana l^4 di Φ in *nove* punti; dunque: « *Alle sezioni piane* l^4 *di* Φ *corrispondono in* Σ *delle curve* l'^9 *del* nono *ordine*; *le quali* (come si scorge facilmente) *si appoggiano in* sei *punti a ciascuna delle* $p'_{(i)}$ *ed in* quattordici *alla* r'^{14} ».

Segue ancora che tre superficie λ'^6 hanno a comune, fuori delle $p'_{(i)}$, d', r'^{14}, altri *quattro* punti; per la qual cosa: *il sistema* (λ') *non può avere — fuor delle linee* ($p'_{(i)}$, d', r'^{14}) — *altri punti fondamentali.*

§ 10. — Le superficie aggiunte ad una l'^9 e che staccano su di essa la serie canonica di ordine $2\,p-2$, sono dell' *ottavo* ordine e contengono le rette $p'_{(i)}$ come *triple* la d' e la r'^{14} come *semplici* (*). Detratta la quadrica χ'^2, che si stacca da tutte le superficie aggiunte, queste si riducono al *sesto* ordine con le $p'_{(i)}$ *doppie* e la r'^{14} *semplice*, e tagliano per conseguenza la nostra curva l'^9, in *quattro* punti variabili: sarà per conseguenza $p = 3$, e però *su* Φ *non esiste alcuna linea multipla.*

§ 11. — Ci proponiamo ora il problema inverso; cioè dimostreremo che: « *date in* Σ tre *rette sghembe* $p'_{(1)}$ $p'_{(2)}$ $p'_{(3)}$ *ed una quarta retta* d' *ad esse incidente, data inoltre una curva* r'^{14} *del* quattordicesimo *ordine e genere* nove—*la quale si appoggi in* nove *punti a ciascuna delle* $p'_{(i)}$ *e in un sol punto alla* d' — *rimane determinato un sistema lineare* ∞^4, (λ'), *di superficie del* sesto *ordine, contenenti quelle linee basi con le stesse moltiplicità che esse hanno rispetto alle* λ'^6 (§ 9); *e un tal sistema si può sempre assumere come rappresentativo di una certa varietà* Φ *del* quarto *ordine — dello spazio a* quattro *dimensioni — contenente tre piani indipendenti* ».

§ 12. — Premettiamo alcune osservazioni; e prima di tutto è da vedere come si possa definire e assegnare la curva r'^{14}:

Date le tre rette sghembe $p'_{(1)}$ $p'_{(2)}$ $p'_{(3)}$ e con esse la trasversale comune d', si fissi nel piano $\omega'_{(3)} \equiv p'_{(3)}.d'$ una conica

(*) M. NÖETHER — «*Zur Theorie des eindentigen Entsprechens etc.*» Math. Ann. VIII.

$o'^2_{(3)}$, la quale incontri la d' nei punti ove questa si appoggia a $p'_{(1)}$ e $p'_{(2)}$. Si potrà sempre assegnare in infiniti modi una superficie $\pi'_{(1)}$ del *quinto* ordine, contenente *doppiamente* le $p'_{(2)}, p'_{(3)}$ e semplicemente le $p'_{(1)}$, d', $o'^2_{(3)}$ (*); ed insieme a questa un' altra superficie $\pi'_{(2)}$, ancora del *quinto* ordine, contenente le $p'_{(1)}$ e $p'_{(3)}$ come rette doppie, le $p'_{(2)}$, d', $o'^2_{(3)}$ come linee semplici; e tali condizioni non potranno generalmente influire sulla loro irriducibilità. Come ulteriore intersezione di queste due superficie rimane assegnata una curva r'^{14} del *quattordicesimo* ordine, la quale ha gli stessi caratteri della curva fondamentale che noi vogliamo assegnare in Σ. Infatti (per essere i punti ove la d' si appoggia alle $p'_{(1)}$, $p'_{(2)}$ rispettivamente doppii per le $\pi'_{(1)}$, $\pi'_{(2)}$) la r'^{14}, così definita, ha *nove* punti su ciascuna delle $p'_{(i)}$ ed uno sulla d'. D' altra parte, considerando il sistema delle superficie—aggiunte alla r'^{14} — che staccano su di essa la serie canonica di ordine $2p - 2$ (**), si scorge che la curva in questione è, come deve essere, del genere *nove*.

È bene in ultimo osservare che esistono *sette* corde di r'^{14}, incidenti due qualunque delle rette $p'_{(i)}$ in punti distinti da quelli comuni a queste rette ed alla r'^{14}. Infatti, applicando il teorema di Halphen (***), si scorge facilmente che le due congruenze, formate: l' una dalle rette incidenti le due $p'_{(i)}$ prese in considerazione, l' altra dalle corde di r'^{14}, hanno 160 rette comuni. Se da queste preleviamo le 153 rette che, pur essendo comuni alle due congruenze, non incontrano le due rette $p'_{(i)}$ e la curva r'^{14} in punti distinti, rimangono *sette* corde, come sopra, della r'^{14}; *c. d. d.*

(*) Per una superficie d' ordine m il contenere una data retta come r-pla equivale, in generale, ad $\frac{r\ (r+1)}{2.\ 3}$ $(3\ m - 2r + 5)$ condizioni.

M. Nöether « *Ueber Flächen, welche Scharen rationaler Curven besitzen* » Math. Annal. Bd. III.

(**) M. Nöether — « *Zur Theorie des eindeutigen Entsprechens etc...* » Math. Ann. VIII.

(***) « *Comptes Rendus de l' académie de Sciences* » anno 1872 — pag. 41.

§ 13. — Assegnata così la r'^{14} si dimostra che « *per il sistema di curve* ($p'_{(i)}$, d', r'^{14}) *passano sempre tre superficie — e tre sole — come le* $\pi'_{(1)}$, $\pi'_{(2)}$, $\pi'_{(3)}$ » ; cioè : la dimensione y del sistema delle $\pi'_{(i)}$ ($i=1,2,3$) è uguale a zero.

Infatti il sistema ∞^{16} (*) di superficie, contenenti le $p'_{(i)}$ e la d' con le stesse molteplicità che la $\pi'_{(i)}$ (§ 5), stacca sulla r'^{14} una serie lineare di ordine $n = 24$. Se r è la dimensione di questa serie, sarà evidentemente $y = 16 - (r + 1)$. Intanto, essendo la r'^{14} del genere $p = 9$, risulta $n\ (= 24) > 2p - 2$; cosicchè la serie lineare in discorso è certamente *non speciale*, e si avrà : $n - r \geq p$, da cui $r \leq 15$, onde $y\ [= 16 - (r + 1)] \geq 0$.

D' altra parte si osservi che la d', come pure le *sette* corde (§ 12) di r'^{14} — incidenti le due rette $p'_{(i)}$, doppie per le $\pi'_{(i)}$ prese a considerare — appartengono certamente a tutte queste superficie $\pi'_{(i)}$. Ma per queste linee basi non può passare più d'una superficie *irreduttibile* $\pi'_{(i)}$ con i caratteri detti sopra; dunque : « *Data come sopra la* r'^{14}, *esistono sempre tre superficie irreduttibili del* quinto *ordine, e tre sole, passanti per le linee* r'^{14}, $p'_{(i)}$ *e* d' *con le stesse molteplicità che le tre superficie* $\pi'_{(i)}$ ». Si esclude poi facilmente che per quelle linee passino delle superficie *riduttibili* come sopra.

Le $\pi'^{5}_{(1)}$ e $\pi'^{5}_{(2)}$ individuano un fascio $\mu'^{5}_{p'_{(1)}, p'_{(2)}, (p'_{(3)})^2, d', o'_{(3)}, r'}$, le superficie del quale non incontrano il piano $p'_{(3)}\ d'$ fuor delle linee basi ($p'_{(3)}$, d', $o'_{(3)}$) : dunque tal piano si stacca da una certa superficie del fascio , e ciò che rimane è una superficie φ'^{4} del *quarto* ordine contenente semplicemente le $p'_{(i)}$ e la r' .

Due di queste superficie, se esistessero, avrebbero a comune una curva complessiva del 17^0 ordine; epperò: « *esiste sempre una superficie irriduttibile del* quarto *ordine, ed una sola, contenente la* r'^{14} *e le* $p'_{(1)}$ *semplicemente* ». Anche quì si esclude che ne possano esistere di *riduttibili*.

(*) M. NOETHER « *Ueber Flächen, welche Scharen rationaler curven besitzen* » l. c.

§ 14. — Ciò premesso passiamo alla determinazione del sistema $(\overline{\lambda'})$.

Con un procedimento del tutto identico a quello tenuto nel § antecedente, si ottiene che la dimensione y di tal sistema non è inferiore a *quattro*; e però si può porre $y=4+t$, dove t è un numero intero positivo o nullo.

D'altra parte si dimostra come non possa avvenire che le superficie λ', in conseguenza del passaggio per le linee $p'_{-(i)}$, d', r'^{14}, passino tutte per qualche altra linea determinata da quelle; nè che fra tutte siano più che ∞^4. Difatti un piano σ generico, non si può staccare da alcuna di quelle superficie λ'; dunque il sistema (l'^6), che le ∞^{4+t} superficie λ' descrivono sopra un tal piano, avrà la stessa dimensione $4+t$ che spetta al sistema (λ'). Poniamo ora che queste superficie λ' abbiano tutte a comune un' altra linea semplice di ordine z; e consideriamo la serie lineare *caratteristica*, di ordine $n=9-z$ e dimensione $r=3+t$, che è descritta sulla curva generica del sistema (l'^6) dalle altre curve di questo. Essendo la l'^6 del genere $p=7$, la serie caratteristica in discorso è certamente speciale (visto che è $r>n-p$), e come tale dovrà essere prodotta da *cubiche*, passanti per i tre punti doppii della l'^6 e per altri $(3.6-2.3-9+z=)\ 3+z$ punti semplici della medesima (*). Dovrà quindi essere $r\geq(9-3-3-z=)$ $3-z$; ma, poichè in questo sistema lineare di cubiche la dimensione $r(=3+t)$ è certamente maggiore del genere $p(=1)$, la serie caratteristica (di dimensione $r-1>p-1$) relativa a tal sistema è certamente non speciale, onde il sistema stesso non potrà essere sovrabbondante (**), e però $(r=)\ 3+t=3-z$, da cui $t=z=o$. c. v. d. (***).

(*) Brill e Nöether « *Ueber alg. functionen etc.* » Math. Annal VII, pag. 278.

(**) C. Sègre. — « *Sui sistemi lineari di curve piane...* » nei Rend. del Circ. Matematico di Palermo t. 1⁰.

(***) Questo procedimento mi fu gentilmente indicato dal chiarissimo prof. M. Pieri, che se ne è servito in una ricerca analoga nel suo lavoro: « *Le trasformazioni razionali dello spazio inerenti ad una conica* » Rend. del Circ. Mat. di Palermo t. VII.

§ 15. — La intersezione variabile di due superficie λ'^6 è una curva sghemba l'^9 del *nono* ordine, la quale ha *sei* punti su ciascuna delle rette $p'_{(i)}$, *nessun* punto sulla d' e *quattordici* sulla r'^{14} (*) ; per modo che tre superficie λ'^6 hanno quattro soli punti variabili a comune. Concludiamo : *Il sistema* ∞^4 *di superficie* (λ') *rappresenta una varietà* Φ *(dello spazio a quattro dimensioni) del quarto ordine, la quale contiene tre piani indipendenti* corrispondenti alle tre superficie $\pi'_{(i)}$). Rimane così completamente risolto il problema inverso di determinare projettivamente la varietà Φ per mezzo di una sua rappresentazione sullo spazio ordinario.

§ 16. — Esiste sulla varietà Φ un sistema ∞^1 di rette, le quali dànno luogo ad una superficie rigata. Questa si spezza : nella rigata ρ, determinata altrove (§ 8) ; nelle tre rigate $\eta_{(i)}$ (i=1,2,3), luogo delle rette incidenti due soltanto dei piani π; nelle tre rigate $\xi_{(i)}$ (i=1,2,3) formate da rette incidenti un solo di questi piani ; ed infine nella rigata ν, le cui generatrici non incontrano alcuno dei medesimi piani.

Alla determinazione degli ordini di queste rigate premettiamo quanto segue :

Un iperpiano Ξ, condotto per $\pi_{(1)}$ sega il fascio (4) (§ 2) in un fascio di superficie cubiche δ, il cui sistema di curve basi è formato dalle rette $t_{(2)} \equiv \Xi . \pi_{(2)}$, $t_{(3)} \equiv \Xi . \pi_{(3)}$ e dalla curva $m^7 \equiv \Xi . \mu^7$ Dalla rappresentazione piana di una qualunque delle superficie δ si deduce facilmente che la curva m^7 è del genere *quattro*, e si appoggia in *quattro* punti a ciascuna delle t ; essa inoltre incontra il piano $\pi_{(1)}$ in *sette* punti (fissi al variare di Ξ), che saranno evidentemente i sette punti doppi $H_{1,l}$ di Φ.

Si osservi ancora che una retta , diversa da $t_{(2)}$ e $t_{(3)}$, la quale debba appartenere ad una delle superficie δ, devesi appog-

---

(*) Per avere il numero dei punti comuni ad una l'^9 ed alla r'^{14} si può osservare che le due curve variabili, dove le due superficie λ'^6 tagliano una delle superficie $\pi'^5_{(i)}$, hanno— fuor delle linee $p'_{(i)}$, d', r'^{14} — un sol punto a comune (la qual cosa si puo vedere dalla rappresentazione piana della superficie $\pi'^5_{(i)}$).

giare tre volte al sistema delle curve basi del fascio (δ) e viceversa. Adunque le rette delle superficie in parola formano quattro rigate le cui generatrici si appoggiano :

1°) in un punto a ciascuna delle linee $t_{(2)}$, $t_{(3)}$ ed m^7,

2°) in un punto a $t_{(2)}$ ed in due ad m^7,

3°) in un punto a $t_{(3)}$ ed in due ad m^7,

4°) in tre punti alla m^7.

Se n è l' ordine di una qualunque di queste rigate, ed n' n'', n''' le molteplicità corrispondenti per $t_{(2)}$, $t_{(3)}$, m^7, avremo per n, n', n'', n''' i seguenti valori : (*).

(5) $\qquad n = 6\,,\ n' = 3\,,\ n'' = 3\,,\ n''' = 1$

(6) $\qquad n = 8\,,\ n' = 5\,,\ n'' = 0\,,\ n''' = 2$

(7) $\qquad n = 8\,,\ n' = 0\,,\ n'' = 5\,,\ n''' = 2$

(8) $\qquad n = 20,\ n' = 4\,,\ n'' = 4\,,\ n''' = 6$

§ 17. — Ciò premesso passiamo alla determinazione delle rigate della varietà Φ le cui generatrici si appoggiano a tutti o ad alcuni dei piani π (**), incominciando dalla ρ :

Sia r una retta generica di $\pi_{(i)}$; un iperpiano Σ del fascio (3) (§ 2) ha come corrispondente nel fascio (4) una varietà cubica Δ, che segherà la r in *tre* punti per ciascuno dei quali passa una retta, della varietà stessa Δ, incidente i piani $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$ (***). Si hanno così *tre* rette, le quali insieme a $\pi_{(1)}$ determinano tre iperpiani Σ', che noi assumeremo come corrispondenti di Σ in una certa corrispondenza di Chasles nel fascio (3). Viceversa

(*) Cfr. G. Salmon « *Géométrie analitique à trois dimensions* » (Trad. par O. Chemin—1891) §§ 467-472.

(**) Il metodo qui adoperato per la ricerca degli ordini delle rigate ρ, $\eta_{(i)}$, $\xi_{(i)}$ mi venne gentilmente suggerito dal chiarissimo D.r Marletta, al quale rinnovo i miei ringraziamenti. Così pure nell' altro metodo adoperato al § seguente mi son valso di un lavoro del D.r Marletta medesimo (« *Sulla varietà delle rette contenute in una o più forme algebriche* » . Rendic. dell' Accademia Gioenia di Catania Serie IV, vol. XVI).

(***) Cfr. C. Segre « *Sulle varietà cubiche dello spazio a quattro dimensioni e su certi sistemi di rette e certe superficie dello spazio ordinario* » (R. Accademia di Scienze di Torino—Serie II t. XXXIX) §§ 16, 17.

un iperpiano Σ' sega il fascio (4) in un fascio di superficie cubiche (δ') ; le rette, contenute in queste superficie ed incidenti i piani $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$, dànno luogo ad una rigata del *sesto* ordine contenente le rette $t'_{(2)} \equiv \Sigma' \pi_{(2)}$, $t'_{(3)} \equiv \Sigma' \pi_{(3)}$ (e però i punti $0_{(3)}$ ed $0_{(2)}$) come triple e la curva $m'^7 \equiv \Sigma' . \mu^7$ (e quindi i punti $H_{1,l}$) come semplice (§ 16, form. (5)) Pertanto Σ' contiene sei rette, incidenti la r, che si appoggiano ai piani $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$ e che appartengono ad altrettante varietà Δ; cosichè a quell' iperpiano Σ' corrispondono *sei* iperpiani Σ. Saranno adunque (3,6) gli indici della corrispondenza in parola ; e però $3 + 6 = 9$ *è l'ordine della curva direttrice della rigata* ρ *in* $\pi_{(1)}$. Se la r si conduce per uno dei punti $H_{1,l}$ oppure per $0_{(2)}$ o $0_{(3)}$, si vede in modo analogo che per ciascuno dei punti $H_{1,l}$ la curva direttrice di cui sopra vi passa con *due* rami, mentre per ciascuno degli altri due punti, $0_{(2)}$ ed $0_{(3)}$, vi passa con *quattro* rami.

Rilevando poi che un iperpiano Σ per $\pi_{(1)}$ sega fuori di $\pi_{(1)}$ la ρ secondo *cinque* rette, si conclude :

« *La rigata* ρ *è del* quattordicesimo *ordine e del genere* nove, *ed ha, su ciascuno dei piani* π, *una curva direttrice del* nono *ordine con* due *punti* quadrupli e sette *punti* doppii » (Cfr. § 8).

Con procedimenti perfettamente identici ai precedenti si dimostra:

« *La rigata* $\eta_{(i)}$ $(i = 1, 2, 3)$ *è del* sedicesimo *ordine e del genere* nove; *essa sega il piano* $\pi_{(i)}$ *in* una *retta* (la congiungente i due punti di incidenza di questo piano con gli altri due piani π) *e ciascuno degli altri due piani* π *lungo una curva direttrice dell'* undecimo *ordine con un punto* sestuplo (il punto $0_{(i)}$) e sette *punti* tripli (i punti $H_{r,l}$) ».

« *La rigata* $\xi_{(i)}$ $(i = 1, 2, 3)$ *è del* trentanovesimo *ordine e del genere* ottantaquattro ; *essa ha sul piano* $\pi_{(i)}$ *una curva direttrice del* ventinovesimo *ordine dotata di* sette *punti* nonupli (i punti $H_{i,l}$) *e due punti multipli secondo il numero* sette (*i punti* $0_{(r)}$) ; *ha invece su ciascuno degli altri due piani* π sette *genera-*

trici le quali congiungono i punti $H_{k,1}$ *giacenti in esso piano col punto di incidenza di questo col piano* $\pi_{(i)}$ »

Questo fatto si può accertare facendo osservare che nella rappresentazione spaziale di Φ, studiata innanzi, l'immagine di una retta sì fatta si spezza in più curve, il cui insieme costituisce una curva atta a rappresentare una retta di Φ incidente il solo piano $\pi_{(i)}$.

§ 18. — I procedimenti applicati al paragrafo antecedente, per la determinazione degli ordini delle rigate ρ, $\eta_{(i)}$ e $\xi_{(i)}$, non sono applicabili al caso della rigata ν.

Seguiremo pertanto in tale determinazione un' altra via, incominciando dal premettere le seguenti osservazioni:

Siano $\Sigma_{(1)}$, $\Sigma_{(2)}$, $\Sigma_{(3)}$, $\Sigma_{(4)}$ quattro iperpiani, dei quali i primi tre contengano rispettivamente i piani $\pi_{(1)}$, $\pi_{(2)}$, $\pi_{(3)}$ ed il quarto sia completamente arbitrario; indichiamo inoltre con $\psi_{(i)}$ ($i=1$, 2, 3) la superficie cubica, che assieme al piano $\pi_{(i)}$ ci dà la completa intersezione di Φ con $\Sigma_{(i)}$, e con $\varphi_{(4)}$ invece la superficie quartica di Φ in $\Sigma_{(4)}$. Detta Ω la varietà rigata, le cui generatrici si appoggiano — in punti tutti distinti — alle superficie, $\psi_{(1)}$, $\psi_{(2)}$, $\psi_{(3)}$, $\varphi_{(4)}$, sarà evidentemente ν la intersezione di Φ con la Ω, sceverata dalle superficie $\psi_{(1)}$, $\psi_{(2)}$, $\psi_{(3)}$, $\varphi_{(4)}$, $\pi_{(1)}$, $\pi_{(2)}$, $\pi_{(3)}$.

Per avere le molteplicità di queste superficie rispetto alla varietà Ω, si osservi che il cono $\gamma_{(4)}$ (luogo delle rette che si appoggiano in punti distinti alle $\psi_{(2)}$ e $\psi_{(3)}$ e che passano per un punto fisso di $\varphi_{(4)}$) è del *settimo* ordine e, come tale, incontra $\psi_{(1)}$ in 21 punti. Di questi però cinque stanno in $\psi_{(2)}$ ed altrettanti in $\psi_{(3)}$; cosicchè la molteplicità della $\varphi_{(4)}$ per la varietà Ω sarà

$$m_4 = 11.$$

Similmente si troverebbe per le molteplicità delle $\psi_{(1)}$, $\psi_{(2)}$, $\psi_{(3)}$:

$$m_1 = m_2 = m_3 = 14.$$

All' esame poi della sezione di Ω con $\Sigma_{(4)}$ si scorge subito che la Ω è dell' ordine

$$m = 11.4 + 36 = 80.$$

Per avere poi la molteplicità $n_{(1)}$ del piano $\pi_{(1)}$, si osservi che la sezione della varietà Ω coll'iperpiano $\Sigma_{(1)}$ si compone, oltre che del piano $\pi_{(1)}$:

1⁰ della $\phi_{(1)}$ contata *quattordici* volte ;

2⁰ della rigata del *decimo* ordine, le cui generatrici si appoggiano alla retta di $\phi_{(2)}$ in $\pi_{(1)}$ alla conica di $\phi_{(3)}$ in $\Sigma_{(1)}$ ed alla cubica di $\varphi_{(4)}$ pure in $\Sigma_{(1)}$;

3⁰ della rigata, pure del *decimo* ordine, le cui generatrici si appoggiano alla retta di $\phi_{(3)}$ in $\pi_{(1)}$ alla conica di $\phi_{(2)}$ ed alla cubica di $\varphi_{(4)}$ in $\Sigma_{(1)}$;

4⁰ della rigata del *settimo* ordine, le cui generatrici si appoggiano alla retta di $\varphi_{(4)}$ in $\pi_{(1)}$ ed alle coniche di $\phi_{(2)}$ e $\phi_{(3)}$ in $\Sigma_{(1)}$. Adunque il piano $\pi_{(1)}$ sarà contenuto nella Ω col grado di molteplicità :

$$n_1 = 80 - 14.3 - 10 - 10 - 7 = 11.$$

Similmente si troverebbe in ordine ai piani $\pi_{(2)}$ e $\pi_{(3)}$:

$$n_2 = n_3 = 11.$$

Da tutto ciò, per le cose premesse, si ricava che l' ordine della rigata ν è dato da :

$$x = m.\ 4 - 3.\ m_1 - 3\ m_2 - 3\ m_3 - 4\ m_4 - n_1 - n_2 - n_3 = 117.$$

Questo stesso procedimento può pure applicarsi alla ricerca degli ordini delle altre rigate ρ, $\eta_{(i)}$, $\xi_{(i)}$.

§ 19. — Dai paragrafi antecedenti, riassumendo, si deduce :

« *Sulla varietà* Φ *esistono otto superficie rigate, delle quali una*— le cui generatrici si appoggiano a tutti e tre i piani $\pi_{(i)}$ — *è del*

14^0 *ordine, tre* — formate ciascuna da rette incidenti due soli di quei piani — *sono del* 16^0 *ordine, altre tre* — formate da rette che si appoggiano ad un solo dei medesimi piani — *del* 39^0 *ordine, ed infine un' altra* — le cui generatrici non incontrano alcuno dei soliti piani — *del* 117^0 *ordine* ».

Se poi si considerano soltanto quelle rigate formate da rette incidenti il piano $\pi_{(1)}$ (e che possono incontrare anche gli altri due piani π) si trova come ordine complessivo di queste il numero 85 ; e siccome, oltre di tali rigate, esistono anche in Φ i due sistemi ∞^1 di rette incidenti il piano $\pi_{(1)}$ e giacenti l' uno in $\pi_{(2)}$ l' altro in $\pi_{(3)}$, avremo che quell' ordine deve considerarsi come uguale a 87. Cioè : « L' ordine della superficie rigata, costituita dalle rette di una varietà — dello spazio a quattro dimensioni, del quarto ordine e con un piano semplice—incidenti questo piano medesimo, è uguale a 87. (*).

(*) Cfr. G. Marletta « *Sulla varietà delle rette contenute in una o più forme algetriche* » Capo IV — § 2, 2 (Rendic. dell'Accademia Gioenia di Catania. Serie IV, vol. XVI).

Azione fisiologica del Sodio e del Litio

per il Prof. ANTONIO CURCI

Intendiamo per azione fisiologica di un elemento, non all'ordinario stato atomico e molecolare, ma bensì combinato, in modo che in soluzione nel sangue come atomo-ione scisso o non, possa agire, mediante la sua carica elettrica positiva o negativa, sul sistema nervoso o su altro ordine di cellule (ognuna delle quali è un protozoa o archizoa, costituito a sistema elettrogenico tra protoplasma e nucleo).

Quando si tratta di sali minerali, l'elemento basico o ione positivo è quello che manifesta l'azione ; mentre quello acido o ione negativo ossidato è senz' azione (1) tranne quando possa nell' organismo disossidarsi e rendersi ione libero e semplice (come l' arsenico, il selenio, il tellurio.

Ond' è che studiando l' azione dei sali, si osserva sempre la stessa azione quando resta lo stesso ione basico, variando l' acido; mentre l' azione varia col variare la base , restando lo stesso acido.

Ecco perchè nella intitolazione di questo scritto e di altri dello stesso genere indichiamo l'elemento attivo, invece dei suoi sali.

È da 25 anni che mi occupo dell' azione degli alcalini ed alcalino-terrosi, sia perchè essi facienti parte degli organismi viventi debbono certamente esercitare una funzione importantissima nella vita, sia perchè questa funzione, appena intraveduta, si potrà conoscere più o meno dall' azione fisiologica.

---

(1) V. Curci. — *Funzione dell' ossigeno nei composti.* — *Il Progresso Medico*, Napoli, 1891.

La funzione di tali elementi non è distinguibile ai nostri sensi, durante l'esplicazione normale dei fenomeni vitali, onde è necessario usare l' artificio di esagerare la loro azione, per renderla più rilevante e distinguerla dagli altri fenomeni, e così poterla conoscere nella sua sede e meccanismo. A fare ciò si fa arrivare nel sangue una dose dapprima minima e poi crescente fino a produrre la morte, onde aver tutto il quadro completo dell'azione e dei fenomeni esagerati, resi più manifesti.

Da ciò poi si possono detrarre dei dati per conoscere la funzione e la importanza fisiologica di un elemento.

Ho già studiato l'azione fisiologica del potassio (Atti dell'Accademia Gioenia ecc. Serie 4ª vol. XVII, Catania, 1904). Presento adesso le ricerche fatte sull' *Azione fisiologica del Sodio e del Litio*.

I. Azione del Sodio.

Di questo elemento ho usato diversi sali, bicarbonato, fosfato, solfato, nitrato, cloruro, solfato e solfito e quelli della serie dell' acido solfovinico. Le numerosissime esperienze sono oggetto di una lunga memoria in corso di pubblicazione sul giornale *Internazionale di Scienze Mediche* di Napoli, per cui io qui riporto un sunto, per non lasciare una interruzione e perchè l' azione del sodio deve essere messa in confronto di quella degli altri elementi alcalini ed alcalino-terrosi.

L' azione del sodio è stata in precedenza studiata da altri sperimentatori, tra cui, come più notevoli, sono da menzionarsi Kunde, Chirone, Richet ecc: col cloruro, Falck col fosfato; ma da essi non risulta la conoscenza completa dell'azione riferibile all'elemento sodio ; gli autori hanno per obbiettivo principale l'azione del sale e da questo punto di vista il più importante è quello di Chirone fatto con la collaborazione di Testa, mentre il più che si allontana è quello di Richet, il quale studia la tossicità relativa dei diversi alcalini e non mira ad altro.

Riporto integralmente quanto scrissi a proposito del sodio nel mio lavoro « La *Farmacologia secondo la legge periodica della Chimica* « (La Terapia Moderna, Napoli 1888).

Le antiche esperienze di Guttmann avevano fatto credere come tuttora si crede ad onta dei lavori succitati, che mentre i sali di potassio fanno paralizzare il cuore, i sàli di sodio non avrebbero alcuna azione nè sul cuore, nè sul sistema nervoso, e che soltanto a gran dose produrrebbero la morte per paralisi generale!

Questo è completamente inesatto se non erroneo del tutto, come si vedrà da quanto passo a dire, secondo risulta dalle mie lunghe ricerche sperimentali.

Nelle rane con 10 a 20 cg. di carbonato o altro sale sodico, si ha subito una contrattura dei muscoli bagnati dalla soluzione, la quale si manifesta come un forte spasmo, che si dissipa dopo un po' di tempo. Analoga all' azione locale si sviluppa un' azione generale dopo l' assorbimento, e perciò pei sali di sodio, le due azioni sono della stessa natura.

Nel principio l' animale è eccitato e si agita molto, la sensibilità e l' eccitabilità in generale è aumentata. Lasciandolo in riposo senza molestie, a capo di una o due ore, l'animale nel dare un salto spontaneo o provocato è preso da una convulsione perfettamente tonica, onde vi resta per qualche minuto rigido e stecchito come pezzo di legno.

Questi accessi convulsivi possono ripetersi parecchie volte e farsi più frequenti e più intensi. Negl' intervalli vi è un continuo movimento fibrillare dei muscoli. La contrazione muscolare, eccitata in qualunque modo, anche con la pinzetta, ha una durata più lunga della normale, è quindi più tonica. Nello stesso giorno o in quello seguente, l'animale muore per un forte stato tetanico, restando disteso e rigido.

Dopo la morte si conserva per lungo tempo l' eccitabilità nerveo-muscolare, la quale in vita ed anche dopo morte pare molto aumentata.

Il cuore si trova arrestato contratto e vuoto di sangue.

Intercettando con apposita legatura l'afflusso del sangue ad uno o ai due arti posteriori di una rana, fatta l'iniezione nelle parti anteriori alla legatura e poi lasciato l'animale indisturbato, a tempo opportuno si osserverà una o due convulsioni generali a tutto il corpo e la rana morendo per tetano resta tutta distesa e rigida, compresi gli arti posteriori, che non ricevono sangue e quindi neanche il sale iniettato.

Ciò indica che il sodio agisce nei centri cerebrali e spinali, che eccita intensamente sino a produrre fortissime convulsioni toniche.

In tale esperimento, bisogna notare, che i muscoli privi della circolazione sanguigna non mostrano aumentata la tonicità e la contrattilità come gli altri, e cioè non sono capaci di fare una contrazione di durata di maggiore del normale. Ciò dimostra che oltre l' azione centrale, vi è anche una periferica.

Recidendo un nervo sciatico o del plèsso sacrale, dopo l'iniezione del sale sodico o prima, si avrà la convulsione generale, meno nell'arto paralizzato per il taglio dei nervi; ma i muscoli di questo arto sono sempre più irritabili del normale, nello stesso modo come gli altri. Del pari, ad una rana già nello stato convulsivo, recidendo il midollo spinale al livello del rigonfiamento brachiale, si aboliscono gli accessi convulsivi, ma l'eccitabilità dei nervi e dei muscoli è sempre notevolmente aumentata.

Con l'atropina si ottiene la soppressione completa dei fenomeni convulsivi e dell'aumento dell'eccitabilità nerveo-muscolare. Col curaro, iniettato ad una rana nello stato convulsivo, si ottiene momentaneamente la soppressione dell'aumentata irritabilità muscolare e definitivamente l' abolizione delle convulsioni generali.

Tutto ciò ci conduce a concludere che il sodio ha azione eccitante e convulsivante non solamente sui centri nervosi cerebrali e spinali, ma anche sui nervi periferici sino alle placche

motrici. Sui muscoli agisce aumentando la irritabilità, la capacità contrattile e la durata della contrazione; ma è dubbio se ciò lo faccia direttamente sulla sostanza muscolare o solamente per mezzo delle placche motrici intramuscolari: forse nell' uno o nell' altro modo.

Nei mammiferi, l' iniezione intravenosa di grm. $1\,{}^1/_2$ a 2 per ogni chg. di animale, produce i primi accessi convulsivi, alcuni epilettiformi, ma ordinariamente tonici ed intensi. La convulsione sodica somiglia alla convulsione stricnica e ammonica.

I fenomeni convulsivi incominciano dai muscoli della faccia, della testa e del collo, e di là in giù per cui si ha trisma, contrattura della nuca, poi dei muscoli scapolari e toracici, per cui gli arti respiratorii divengono più rari e più profondi fino a che si arrestano nella fase inspiratoria forzata. È necessario da questo momento fare la respirazione artificiale, senza la quale l'animale ne muore asfissiato, senza manifestare alcun fenomeno. Questo fatto ha tratto in inganno gli antichi sperimentatori, i quali, non accorgendosi di questo tetano respiratorio, vedevano morire gli animali senza saperne la ragione e attribuivano erroneamente la morte a paralisi generale.

Evitato questo pericolo, sorgono poi tremori e scosse generali. I muscoli sono notevolmente eccitabili, perchè facilmente si contraggono tonicamente col solo stropicciamento della cute soprastante.

Continuando l' iniezione e giungendo a grammi 3 o 4 per chg. d'animale, si svolgono convulsioni generali toniche, violenti, fortissime: opistotono permanente, accessi tetanici frequenti, contrazione dell' orbicolare delle palpebre, globi oculari fissi, midriasi, immobilità dell' iride alle variazioni della luce. La pupilla si restringe negl' intervalli degli accessi.

Queste lunghe ed intense convulsioni tetaniformi, con brevi momenti di leggiera remissione, durano per molto tempo, e l' animale anche non morendo rimane affetto da una grande eccitabilità generale, in modo che in ogni suo atto, anche se si atteggia a bere, è preso da forti scosse e spasmi quale idrofobo.

Ma a 5 o 6 gram: di sale sodico per chg. di animale, gli accessi tonici fortissimi cominciano a indebolirsi, diventano clonici, quasi epilettiformi, leggieri, fugaci, finchè cessano del tutto e sono seguiti da paralisi generale, per esaurimento.

Il rilasciamento comincia dall'estremo cefalico, dove ebbero inizio le convulsioni, cessa il trisma e cade la mascella, che prima era fortemente serrata, il capo casca per proprio peso, vi è inerzia dei muscoli della faccia; la terza palpebra sporgentissima quasi fino a metà della rima palpebrale; miosi intensa, riflessi palpebrali diminuiti e poi spenti, perdita di coscienza. Tutto ciò mentre continuano ancora i fenomeni convulsivi nel tronco e negli arti. Indi si rilasciano i muscoli toracici, (seguitando la respirazione artificiale) quelli degli arti anteriori, poi quelli del tronco, ed in ultimo quelli degli arti posteriori.

A questo punto l'animale, privo di ogni moto e senso, è un corpo morto, di cui solo vivente e superstite è il cuore, il quale in seguito pure si arresta senza manifestarsi alcun fenomeno. Dopo poco segue una forte rigidità muscolare.

All' autopsia si nota un po' di congestione degli organi interni per effetto delle convulsioni; edema del pulmone; cuore ineccitabile in sistole; i muscoli striati eccitabilissimi ed anche spontaneamente dopo scoperti e messi in contatto dell'aria fanno delle contrazioni fibrillari; la contrazione idio-muscolare è notevolissima, in quantochè strisciando la punta del bistori, si forma un cordone rilevato, che persiste molto tempo.

In quanto all'azione sulla circolazione sanguigna, cioè cuore e vasi io ho osservato quanto segue.

Nei batraci con gram; 0,10 a 0,20 di sale sodico si ha una riduzione numerica dei battiti del cuore, previamente messo allo scoperto; la sistole e la diastole sono più ampie e più energiche, molto notevoli e di maggiore durata, infine la diastole diviene prevalente; il cuore grosso e pieno di sangue nella diastole, si vuota completamente nella sistole. Molto tempo dopo morto l'animale, il cuore cessa di funzionare, e allora si arresta in dia-

stole, vuoto di sangue, ma poi in ultimo insensibilmente si contrae forse per rigidità cadaverica.

Col cuore isolato, staccato dall' animale, immerso in una soluzione sodica al 5 e 10 $^0/_0$, dapprima e per breve tempo, i battiti si accelerano, poi sono intermittenti, indi ritornano regolari, in ultimo si rallentano fino all' arresto completo.

Nei mammiferi coll' iniezione intravenosa di gram. 0, 40 a 1 circa per chg. di animale, si ha un forte aumento della pressione arteriosa da 160 millim. Hg normale a oltre 250 insieme con un notevole aumento della pressione cardiaca; con ciò il polso è più lento ma assai più forte, i tracciati sfigmografici presentano curve di una straordinaria altezza ed ampiezza con caratteristici prolungamenti diastolici.

Se si curarizza un cane sino all' abolizione completa dei riflessi vasomotorii, il sodio non produce più i descritti fenomeni di eccitamento; ciò che indicherebbe che il sodio agisce eccitando il sistema nervoso vasomotore non che quello eccitomotore cardiaco centrale e periferico, mentre non pare che abbia azione sui muscoli, cioè agisce per mezzo dei nervi.

Infine il sodio produce una intensa ipertermia, p. e. da 38°,2 temperatura iniziale di un cane è salita 43°3; ad un altro da 39 a 43°,2; ad un altro da 39 a 41. Questa ipertermia è accompagnata dalle convulsioni e siccome con previa curarizzazione non si ha più nè ipertermia nè convulsioni, così pare che queste sieno causa di quella. Ma in un altro nostro lavoro precedente sulla termogenesi animale e natura della febbre, pubblicato in questi Atti, abbiamo dimostrato che l'ipertermia è concomitante colle convulsioni, non è dipendente da queste.

Risulta dalle nostre estese e lunghe ricerche che il sodio adunque è un elemento alcalino, il quale eccita il sistema nervoso cerebro-spinale e quello vegetativo del gran simpatico, tanto nei centri che nella periferia; ragione per cui esso, quando si trova nel sangue in grande quantità, come facciamo noi artificialmente iniettando un sale nella vena, eccita enormemente sino

all' irritazione tutto il sistema nervoso e perciò da una parte vi produce le intense convulsioni tetaniformi generali, dall' altra aumenta l' eccitabilità nerveo-muscolare, per cui la contrazione muscolare è di lunga durata e persiste dopo cessato lo stimolo; perciò la funzione degli apparecchi muscolari quali il cuore ed i vasi si esagera, donde la maggiore forza ed ampiezza della sistole e della diastole e l' enorme aumento della pressione sanguigna.

È da domandarsi in che modo il sodio operi questo grande eccitamento. Io credo che si spieghi benissimo senza fare ipotesi, cioè partendo dal fatto, che l' energia che si emana dal sistema nervoso è energia elettrica, che questa è quella che promuove la contrazione muscolare, come ho dimostrato nel mio libro « *Organismo vivente e la sua anima* » (1), e che perciò il sodio, quale ione con carica elettrica positiva, in contatto delle cellule nervose vi produce per induzione nel protoplasma elettronegativo, e quindi nel nucleo positivo un aumento del potenziale della cellula, donde lo svolgimento di una intensa corrente di azione, centrifuga, la quale come corrente interrotta, produce la contrazione tonica dei muscoli.

Tutto ciò non è affatto ipotetico, come potrebbe parere a chi suona nuova la mia teoria, ma è provato sperimentalmente, inquantocchè un sale di sodio applicato su di un nervo col muscolo, messo sui cuscinetti del galvanometro, mentre vi produce la contrazione muscolare, vi manifesta la così detta corrente di azione. In questo fatto è obbligo di logica ammettere che la corrente di azione prodotta dal sale sodico nel nervo è quella che nel muscolo determina la contrazione. Altri fatti e argomenti dimostrano che l' energia nervosa o vitale non è che energia elettrica.

È questa energia che sotto l' influenza del sodio, come di altre sostanze similmente convulsivanti (ammonio, stricnina ecc: i quali agiscono per l' idrogeno, altro elemento omologo più attivo del sodio ed egualmente elettrizzante) si svolge dai

---

(1) Editore Alberto Reber, Corso V. E. Palermo.

centri nervosi, e vi produce le intense contrazioni muscolari. Così quando si fa l' iniezione sotto la pelle, come abbiamo veduto, allorchè la soluzione del sale sodico entra tra le masse muscolari ed i nervi relativi, si ha una fortissima contrazione spasmodica, per azione locale (si dice) cioè per sviluppo locale di forte corrente elettrica che determina la contrazione spasmodica. Da ciò si vede cosa è quest' azione locale irritante e come essa sia identica a quella generale, che il sodio esercita internamente sulle cellule e fibre nervose.

Quando poi il sistema nervoso centrale è in tal modo irritato, da sviluppare enorme quantità di correnti centrifughe di azione che sono alternate o interrotte ; di queste, una parte producono la contrazione muscolare, altre in eccesso si trasformano in calore alla periferia, dove trovano resistenza e non sono atte a produrre una funzione, in cui neutralizzarsi. Da ciò l'ipertemia. A questo proposito bisogna ricordarsi che l' energia elettrica, quando non le si faccia eseguire del lavoro, si trasforma completamente in calore, e che la quantità di calore, sviluppato in un circuito di una corrente (o parte di esso) nell'unità di tempo, è proporzionale alla resistenza ed al quadrato dell' intensità di corrente (Legge di Ioule).

Perciò si ha l' ipertermia insieme colle convulsioni senza esserne dipendenti da queste, e l' istessa produzione del calore durante il lavoro non è dipendente dalla contrazione muscolare come si crede, almeno in gran parte. Perciò nella paralisi curarica vi mancano convulsioni ed ipertermia, poichè è impedito lo sviluppo delle correnti dalle estremità nervose.

II. Azione del Litio.

T. Husemann (1) ha studiato l' azione del cloruro e di altri sali di litio. Egli dimostra inammissibile la legge di Rabuteau. Secondo Husemann, l' azione dei sali di litio è simile a quella

(1) Uber das Rabuteau'sche Gezetz der toxischen Wirckung, Gaetting. Nachricht, 1875, n. 5.

dei sali potassici, giacchè essi producono nelle medesime dosi di questi tanto negli animali a sangue caldo che nelle rane, arresto diastolico del cuore e morte. Il litio diminuisce il numero delle pulsazioni cardiache ed arresta il cuore in diastole in un momento in cui l'eccitabilità dei nervi, dei centri nervosi e dei muscoli è conservata, ed in cui gli eccitamenti meccanici, chimici e termici possono provocare ancora dei movimenti riflessi. L' eccitabilità elettrica del cuore non tarda a spegnersi dopo l' arresto definitivo. L' arresto completo del cuore è preceduto da periodi in cui si sofferma in diastole, fatti dovuti, secondo Husemann, ad eccitamento del vago, perchè non si osservano quando questo nervo è reciso o l' animale atropinizzato.

Il sistema nervoso centrale e periferico, come pure il tessuto muscolare non resterebbero affatto intatti, specialmente se i muscoli sono stati messi in contatto diretto col litio. Nelle rane si potrebbe sopprimere per mezzo del litio il tetano strienico. Diminuisce la temperatura ed aumenta la secrezione urinaria.

Più recentemente Brunton e Cash, in una nota preliminare sull' azione del calcio, del bario e del potassio sui muscoli, dicono che il litio paralizza i nervi motori come il potassio e diminuisce la contrattilità.

Come si vede ben poco si conosce sull' azione generale dei sali di litio, anzi le conclusioni di Husemann non sono conformi alla verità dei fatti.

Sui batraci abbiamo trovato che l'arresto del cuore, dipendente dall' azione del litio, è la causa prima della morte e dei fenomeni consecutivi, che Husemann a torto attribuisce al litio. Nemmeno possiamo confermare l' azione sul pneumagastrico e sulla contrattilità muscolare; sui mammiferi anche abbiamo ottenuto fatti ben diversi.

Azione sul sistema nervoso e muscolare.

Il litio per la sua azione generale si avvicina al sodio e niente affatto al potassio; ambedue nei mammiferi producono

gli stessi fenomeni, ma nei batraci, il litio se ne allontana un poco. Il litio forma coll' acido carbonico e fosforico dei sali pochissimo solubili, perciò io nelle mie esperienze principalmente ho usato il citrato e per controllo il fosfato acido ed il cloruro.

Ad una rana o ad un rospo, iniettando nei sacchi linfatici dorsali o nelle cosce 5 a 10 centigrammi di citrato, poco dopo s' indeboliscono i movimenti volontari, si arrestano i movimenti ioidei, ma vi sono contrazioni fibrillari dei muscoli, e questi eccitati direttamente con pinzetta, spiegano una contrazione tonica come sotto l' influenza del sodio. Convulsioni generali mancano e solamente si possono osservare dei leggieri spasmi. Intanto mentre ancora vi sono persistenti i movimenti volontari e riflessi, il cuore si arresta; ed è dopo ciò che l'animale si paralizza e muore e non per azione del litio, come credè Husemann.

Quindi negli animali a sangue freddo, il litio eccita la contrattilità muscolare e paralizza il cuore con una certa rapidità, in modo che s'impedisce l' azione ulteriore, e quindi l' arresto della circolazione è causa principale della paralisi e morte dello animale. Così si comprende perchè Husemann otteneva la soppressione del tetano stricnico col litio nelle rane, non per azione antagonistica, come a lui parea, bensì per la morte in seguito all' arresto precoce del cuore. Quale tetano può sviluppare la stricnina in un organismo morto?

I muscoli, bagnati direttamente dalla soluzione del sale litico, perdono assai presto la contrattilità come fa il potassio; al contrario quelli che vengono influenzati per mezzo del sangue circolante, mostrano la loro contrattilità aumentata e la conservano a lungo, come fa il sodio.

Nei mammiferi poi, il litio produce un tipo di azione identico a quello, che dà il sodio per forma, decorso e sede.

Esperienza 8 Maggio 1885 — Ad un topo, iniettata sotto la cute la dose di 5 centigrammi di citrato di litio, dopo 5 minuti nascono tremori convulsivi, limitati agli arti anteriori, al collo ed alla testa, che durano e si ripetono per parecchio tempo. Poi si sviluppano convulsioni generali, a cui segue ab-

battimento, finchè è venuta la morte per asfissia. Cuore in diastole contenente sangue nero.

Così ad un sorcio di grammi 226, iniettato sotto la cute 1 grammo del citrato, poco dopo tremori convulsivi della testa, poi anche del tronco, indi convulsioni generali e morte in un accesso tetanico.

Esperienza 28 Aprile 1885. — Cagna da caccia di kg. 5,700; iniezione nella giugulare di citrato litico in soluzione al 5 $^0/_0$.

Iniettati 40 centigrammi, vi è acceleramento del cuore, affanno alternato da lunghe pause inspiratorie.

Iniettato 1 grammo, vi è trisma, contrazione dei muscoli cervicali, scapolari e degli arti anteriori, opistotono, globi oculari fissi, nella direzione dell'asse dell' orbita, esoftalmo, divaricamento delle palpebre, midriasi. Indi aumento dello spasmo tonico dei muscoli cennati, per cui gli arti anteriori sono distesi e rigidi. Poi convulsione tonica generale. I muscoli eccitabilissimi al punto, che un moderato stropicciamento ne determina la contrazione.

Continuando l' iniezione, i fatti convulsivi aumentano d' intensità e si nota un evidente aumento dell' eccitabilità e dei movimenti riflessi. Lo stato convulsivo si fa permanente, ma suscettibile di esacerbazioni, la convulsione è sempre tonica a forma di opistotono; durante gli accessi o le esacerbazioni vi è arresto della respirazione.

Giunti ad iniettare altri gram: 3,60 di sale si ha la contrazione tonica permanente dei muscoli della respirazione; a questo punto per impedire l'asfissia si pratica l'insufflazione dell'aria. Per l'invadente asfissia s'indebolivano le convulsioni ed il cuore minacciava arrestarsi, in seguito alla respirazione artificiale, il cuore si è rinforzato e lo stato convulsivo si è molto accentuato.

Giunti ad iniettare il 5° grammo, incomincia il rilasciamento dei muscoli mascellari e cessazione del trisma, rilasciamento dei muscoli cervicali, perdita di coscienza, mentre continuano gli spasmi tonici del tronco e degli arti. Poi iniettati altri 1,80, cessa ogni fenomeno convulsivo e viene la paralisi generale, morte del sistema nervoso centrale, mentre resta vivente solo il cuore; questo si è arrestato dopo iniettati altri 60 centigrammi.

In tutto si sono iniettati grammi 7,40 di citrato di litio.

Come si vede da queste esperienze, il litio produce lo stesso tipo di azione del sodio, se non che agisce a minor dose.

Quindi anche col litio abbiamo le convulsioni toniche che cominciano dal treno anteriore e poi diffondendosi si rendono generali. Nell' istesso modo avviene la paralisi: morte del cervello, del midollo allungato e del midollo spinale, in ultimo del cuore.

Se non si adopera la respirazione artificiale a tempo opportuno, l' animale, e singolarmente il cuore, può morire di asfissia o durante le convulsioni per tetano dei muscoli respiratorii o nell' invasione della paralisi, per paralisi degli stessi muscoli.

Riportandoci a quanto abbiamo detto del sodio, ci astenghiamo dal ripetere talune considerazioni sul meccanismo di azione, cioè sul fatto che esso come ione positivo elettrizzi per induzione il sistema cellulare elettrogenico e così ecciti il sistema nervoso cerebro spinale.

Quindi il litio come il sodio è un agente convulsivante, facendovi sviluppare enorme quantità di energia sotto forma di corrente centrifuga di azione dai centri nervosi.

Azione sul cuore e sulla circolazione del sangue.

Nei batraci il litio ha una potenza di azione che si avvicina a quella del potassio. Facendo nelle cosce di una rana o di un rospo l'iniezione di circa 5 centigrammi di citrato litico, dopo aver messo allo scoperto il cuore, si osserva la progressiva riduzione numerica dei battiti, una prevalenza e maggiore ampiezza della diastole ed una sistole incompleta, finchè si ha l' arresto in diastole. La paralisi del cuore avviene in detti animali assai prima della paralisi del sistema nervoso.

Atropinizzando gli animali e poi iniettando il sale litico, si ottengono gli stessi effetti; è strano che io a questo riguardo ho avuto risultati contrarii a quelli di Husemann e non posso confermare l'azione sul pneumagastrico, che io non ho potuto vedere.

Nei mammiferi il litio spiega un'azione simile a quella del sodio e del potassio, come si può vedere dalle seguenti esperienze.

Esperienza, 10 Maggio 1887. — Cagnolina piccola di chg. 2,600, non curarizzata — Soluzione di ClLi gram. 3, Acqua gr. 50.

Ora	Pressione	
12, 42	160	Iniezione di 0,50 di LiCl
» 44	160	
» 45	160	Iniezione di 0,25
1,	190	Iniezione di 0,75 — Vomito.
1, 3	200	

Ora	Pressione	
1, 8	150	Iniezione di 1,50
1, 14	180	Tetano dei muscoli respiratorii.
1, 21	130	Iniezione di 1,50. Trisma, opistotono, convulsioni generali.
1, 24	110	Iniezione di 0,75.
1, 25	130	Iniezione di 1,00.
1, 27		Iniezione di 1,00. In tutto 6 gr.
1, 32	90	Continuano le convulsioni. Polso lento e forte.
1, 35	50	Cessate le convulsioni.
1, 40	40	Paralisi generale, rilasciamento ; polso debole, lento, irregolare.
1, 45	30	Eccitando il nervo crurale e lo sciatico, nessun aumento della pressione arteriosa, nè eccitamento del cuore, nè movimenti generali riflessi ; eccitabilissimi i muscoli.
1, 50	5	Polso rarissimo, debolissimo.
1, 52	0	Polso piccolissimo, rarissimo.
1, 54	arresto del cuore.	

Si deduce da questa esperienza che il Li comincia coll' eccitare gli organi della circolazione (aumento della pressione e rinforzamento con rallentamento del cuore) ; indi agisce sul sistema nervoso eccitandolo sino alle convulsioni generali, e poi paralizza sistema nervoso e sistema circolatorio. Quando la pressione è bassa tra 40 e 50 millm. di Hg. l' eccitamento di un nervo sensitivo (crurale, sciatico) non eccita il cuore, non fa aumentare la pressione, nè dà movimenti riflessi generali ; mentre la pressione scende a 0 prima che il cuore si arresti : ciò indica che il Li paralizza il sistema nervoso cerebro-spinale e vasomotore dopo averlo eccitato.

Esperienza 2 Maggio 1885 — Cane bastardo di chg. 6, curarizzato; iniezione nella vena giugulare di citrato di litio in soluzione al 5 °/₀.

Ora	Pressione
12,52′	p. 140
12,53′	. . . . . iniezione di 0,20

Ora	Pressione	
12,54′	120	
12,56′	170	iniezione di 0,40
12,57′	175	
1,00	. . . . .	iniezione di 0,20
1, 3′	140	
1, 4′	180	
1, 5′	155	
1,19′	160	

Così in seguito, ad ogni iniezione immediato abbassamento della colonna manometrica per azione inibitrice momentanea e poi innalzamento al di sopra del normale. Ma dopo aver iniettato in diverse volte altri 3 grammi, alle ore 2, la pressione si è abbassata a 80, poi a 50 ed il cuore si è arrestato gradatamente, allorchè in tutto si sono iniettati grammi 3,80 di citrato di litio.

Quindi il litio, durante l' iniezione produce momentaneo abbassamento della pressione sanguigna, poi notevole aumento con enorme rallentamento ed aumento delle curve sfigmografiche del polso ; da ultimo graduato abbassamento della pressione ed indebolimento del polso. Durante l' aumento della pressione si possono avere le intermittenze del polso come per insufficienza valvolare.

Il meccanismo di quest' azione eccitante del litio sul cuore e sui vasi apparisce quale esso sia dalla seguente esperienza 4 Aprile 1885.

Cane di chg. 5,200, curarizzato sino all' abolizione completa di riflessi vasomotorii.

Ora	Pressione	
12, 5	55	Eccitando il crurale e lo sciatico con corrente non si ha elevamento di pressione nè eccitamento delle pulsazioni cardiache.
12, 18	50	Iniezione di 0,20 di citrato di litio.
12, 19	100	
12, 20	145	Polso più raro, più ampio.
12, 25	55	Eccitando i nervi suddetti, nessuna modifica della pressione e del polso : ciò è segno di sicura paralisi vasomotoria.

Ora	Pressione	
12, 28	55	Iniezione di 0,20 ClLi.
12, 30	85	
12, 31	80	Iniezione di 0,20 di ClLi.
12, 32	90	polso più ampio, più forte, più raro.
12, 33	95	
12, 34	100	
12, 35	80	
12, 49	50	Iniezione di altro curaro e assoluta paralisi dei vasomotori. Indi iniezione di 0,20 di citrato di Litio.
12, 50	145	
12, 51	150	
12, 52	140	
12, 53	80	
12, 54	55	

Da questa esperienza risulta che ad onta della paralisi dei nervi vasomotori mediante il curaro e perciò abolizione dei riflessi vasomotorii e cardiaci, l' iniezione del sale di litio ha prodotto l' aumento della pressione sanguigna non che il rallentamento con rinforzamento delle pulsazioni cardiache.

Vale a dire che il litio fa a meno dei nervi, e a somiglianza del potassio, agisce direttamente eccitando la fibra muscolare del cuore e dei vasi. In ciò differisce dal sodio, il quale come abbiamo visto agisce eccitando i nervi, mentre gli effetti apparenti sono simili. Non si può escludere che agisca eccitando anche i nervi del gran-simpatico, sebbene non dimostrato.

Il litio paralizza il cuore con minor dose del sodio ; così oltre i due esempi esposti si rileva ciò da questi altri : cagna volpina di kg. 5 è morta con grammi 3,20 di citrato ; cagna da caccia di kg. 8,600, con gramm : 6,40 di citrato ; cagnolina bastarda di kg. 3 con 0,80 di fosfato acido ; e da un calcolo molto approssimativo mi risulta che incominciano i fenomeni convulsivi a 0,25 per ogni chilogr. d'animale, mentre del sale di sodio ci vogliono circa 2 grammi per lo sviluppo delle con-

vulsioni e 5 a 6 grammi per l' arresto del cuore per la stessa proporzione dell' animale.

Infine devo fare notare, come risulta da ciò che abbiamo esposto, che l'azione del litio è un pò differente negli animali a sangue freddo ed in quelli a sangue caldo; in questi è in tutto simile a quella del sodio, in quelli manifesta un' azione più energica sul cuore, che paralizza prima di ogni altro organo, per cui si arresta l' ulteriore svolgimento dell' azione e somiglia a quella del potassio.

Azione sulla termogenesi. — Il litio pare che eserciti debole influenza sulla produzione del calore.

Riassumo la seguente esperienza:

Cagna da caccia di chg. 8,600 — 17 Giugno 1885.

	TEMPERATURA			
Ora	Rettale	Vaginale	Ascellare	
10, 30	39, 1	39, 2	38, 5	
10, 35	38, 8	39, 0	38, 0	Inietto 1 gram. di citrato di litio. Tetano respiratorio.
10, 45	38, 7	38, 8	37, 9	
10, 50	38, 6	38, 7	37, 8	Iniettato 1 gram. e poi 0,60. Tetano
10, 56				
11, 5	38, 1	38, 3	37, 5	Iniettato gr. 0,40.
11, 10			Iniettato 1 gr. Convulsione tetanica più intensa.	
11, 45	37, 6	37, 5	36, 6	Tetano permanente.
12, 00	38, 0	38, 0	36, 6	Convulsioni continue.
12, 55	38, 6	38, 7	37, 9	Iniettato 1 gram.
12, 45	39, 0	39, 0	38, 6	Iniettati gr. 0,80.
12, 57	39, 1	39, 1	38, 7	Calmate un pò le convulsioni. Incomincia la paralisi.
1, 5	Iniettati gr. 0,60 Arresto del cuore.			

Da questa esperienza si rileva che ad onta delle intense convulsioni, si è avuto abbassamento graduato della temperatura e poi verso l' ultimo rialzamento sino al grado iniziale.

Questa esperienza ha un interesse tutto speciale in quantocchè dimostra, che pur svolgendosi intense e lunghe convulsioni

generali tetaniformi, la temperatura non si è elevata, ma anzi abbassata, e che invece è tornata al grado primitivo quando le convulsioni erano più deboli e cominciava la paralisi. Ciò contraddice alla ipotesi che ammette essere il calore prodotto dalla contrazione muscolare, e conferma ciò che abbiamo detto a proposito del sodio cioè che la ipertermia non è dipendente dalle convulsioni, ma è un fenomeno concomitante. L' energia svolta dai centri nervosi sotto l'azione del litio veniva tutta consumata per la contrazione muscolare; in ultimo una parte di essa, non adoperata al lavoro muscolare, si trasformava in calore. A questo proposito vedi il mio lavoro « *Meccanismo della termogenesi e natura della febbre* ».

Dal Laboratorio di Farmacologia sperimentale della R. Università.

Catania Maggio 1905.

Dott. VENTURINO SPINELLI

Le Alghe marine della Sicilia Orientale

RELAZIONE

della Commissione di Revisione composta dai Soci effettivi
Proff. RUSSO e CAVARA (*relatore*)

L' Autore aveva già pubblicato nel 1902 un primo contributo, nel quale aveva compreso Floridee, Melanosporee, Clorosporee, raccolte da lui e da altri nel littorale di Siracusa, Catania e Messina. Alcune di esse figuravano come nuove per la Sicilia ed altre importanti dal lato della distribuzione geografica.

Continuando le sue ricerche ed in seguito a più accurato esame delle specie studiate, fu indotto a presentare questo nuovo elenco sia per emendare determinazioni non buone del primo contributo e fatte senza opportuni materiali di confronto, sia per fornire dati più sicuri intorno alla presenza di specie assai rare, sia infine per aggiungere nuovi materiali raccolti dopo la pubblicazione del primo lavoro.

Trattandosi dell' illustrazione di quelle peregrine produzioni naturali che costituiscono la flora del mare jonico bagnante la costa orientale della Sicilia, la Commissione di Revisione propone all' Accademia di accettare per la pubblicazione nelle sue Memorie cotesta contribuzione, augurandosi che l' Autore, proseguendo nei suoi interessanti studi, possa farne seguire altre parimenti meritevoli.

INTRODUZIONE

Nella mia precedente pubblicazione sulla Flora marina sicula (1) presentai un quadro di Alghe raccolte lungo la costa orientale, alcune delle quali abbastanza importanti, perchè nuove per la Sicilia: accennai in quell' occasione ai principali lavori d' indole sistematica, tendenti ad illustrare la nostra flora marina, la quale è ancora ben lungi dall'essere perfettamente conosciuta, come lo dimostrano le continue scoperte di specie nuove.

Credo utile rifare la storia della letteratura algologica sicula, tanto più che nel « Primo contributo » m' era sfuggito il titolo di qualche lavoro importante, che non avevo avuto occasione di conoscere e di procurarmi.

Il maggior contributo all' algologia della Sicilia fu fornito nel 1861 dal chiar. Prof. Ardissone, il quale nell' « Enumerazione delle Alghe di Sicilia » e nella prima e seconda « Appendice alla Enumerazione delle Alghe di Sicilia » presentò un quadro ricco per numero di specie raccolte saltuariamente nell' Isola o fornitegli da corrispondenti: questo elenco subì una certa riduzione, poichè alcune specie, ritenute antonome, furono nella *Phycologia mediterranea* radiate nel numero dei sinonimi dallo stesso Autore. Fu sempre però importante perchè quelle prime orme calcate da un eminente algologo diedero indirizzo ed impulso ad uno studio tanto proficuo.

Dodici anni dopo il Dott. Langenbach (2) pubblicò un catalogo di Alghe vegetanti in Sicilia e a Pantelleria, nel quale

---

(1) V. Spinelli — *Primo Contributo all' Algologia della Sicilia* — Acireale 1902.

(2) G. Langenbach — *Die Meersalgen der Inseln Sizilien und Pantelleria* — Berlin 1873.

furono indicate alcune specie non trovate dall' Ardissone: le ricerche del Langenbach si limitarono ad un tratto brevissimo della Sicilia settentrionale ed all' isola di Pantelleria.

Nel 1886 l' illustre Prof. Borzì portò alla conoscenza degli Algologi un numero rilevante di specie nuove per la Sicilia, descritte ed illustrate in un fascicolo di Nuova Notarisia (1), le quali vennero ad aumentare il numero delle specie, che vanno ascritte alla flora marina siciliana ed accrebbero la conoscenza della ficologia mediterranea, in riguardo alla distribuzione geografica di specie rare. Nè solamente per il rinvenimento e la descrizione di queste specie si rese benemerito della Scienza algologica il chiar. Borzì: a lui si deve la scoperta di una nuova Palmellacea, *Clorothecium Pirottae*, rinvenuto in varie piante acquatiche e primieramente nel *Potamogeton* ed in qualche *Chaetomorpha* lungo le rive del Ciane, a Siracusa.

Anche di scarso materiale fecero tesoro gli Algologi, pur di accrescere le cognizioni ficologiche, specialmente per quanto riguarda la distribuzione batimetrica delle specie: infatti il chiar.mo Prof. Piccone, la cui immatura dipartita è stata grave perdita per la Scienza, nel 1888 pubblicava un « Pugillo di alghe sicule ». (2) « Son poche, è vero, » egli scriveva, « ma offrono un tal quale interesse: 1° Per essere state colte a discreta e sopratutto ben accertata profondità, per cui somministrano un dato importante nello studio della loro distribuzione batimetrica; — 2.° Perchè *Peyssonnelia rubra J. Ag.*, *Delesseria lomentacea Zanard.*, *Litophyllum expansum Phil.* sono specie non registrate nei lavori riguardanti le alghe della Sicilia ». Le sei specie determinate dal Piccone erano state dragate dal R. Avviso « Ischia » il 1 luglio 1887, alla profondità di 100 metri, alla Secca di Barro, nel Golfo di Palermo.

Per opera del Piccone all' unica *Laminaria* conosciuta nel

---

(1) N. BORZÌ — *Nuove Floridee Mediterranee.* — (Notarisia I, 1886).

(2) A. PICCONE—*Noterelle Ficologiche*—Genova 10 dicembre 1888 in Notarisia IV p. 666.

Mediterraneo, raccolta dal Sig. Vicari a Siracusa, riferita dal chiar.mo Prof. Ardissone a *Lam. Saccarina* (L.) (1), s' aggiunse la *Laminaria digitata* estratta dall'ancora della R. Nave Dandolo nel canale di Messina, alla profondità di m. 60.

A questo stato era, per quanto io ne sappia, la letteratura algologica sicula quando venne pubblicato il mio « Primo contributo all' Algologia della Sicilia », al quale seguì un lavoro del Sig. Angelo Mazza (2), intelligente e distinto cultore di Algologia. Nel « Manipolo d' alghe della Sicilia » furono riportate i nomi di specie rare ed interessanti, in parte raccolte dallo stesso autore, in parte fornitegli da corrispondenti: lo scrivente credette bene di comunicare all' amico Mazza qualche specie nuova per la Sicilia, come *Halymenia fastigiata* J. Ag. e *Callymenia demissa* J. Ag., perchè la iscrivesse fra le specie siciliane, non potendo sperare, per varie ragioni, che il presente lavoro si desse presto alle stampe. Ricca di specie importanti, la pubblicazione del Mazza è anche interessante per l' aggiunta di un nuovo *Nitophyllum*, il N. *tristromaticum* Rodrig. alla flora marina italiana.

Lo studio accurato del materiale, che mi servì per la compilazione del « Primo contributo », le indagini opportune e minuziose sulla presenza di alcune specie rare ed interessanti riportate in quel primo lavoro, mi hanno indotto a presentare un nuovo elenco di Alghe siciliane, col quale, scartando quelle che, per mancanza di materiale di confronto, furono erroneamente determinate, sono in grado di poter affermare con dati certi la esistenza di specie non riscontrate ancora lungo la costa orientale dell' Isola e di altre non meno importanti perchè rare. Ho escluso quelle che presentavano qualche dubbio sulla loro esatta determinazione, sia perchè in istato imperfetto, sia perchè prive

(1) F. Ardissone — *Phycologia Mediterranea* — II, p. 142.

(2) A. Mazza — *Un manipolo di Alghe marine della Sicilia.* — Nuova Notarisia, ser. XV Gennaio-Aprile 1904.

di organi di fruttificazione e quelle inoltre che, notate nel « Primo contributo » in base ad unico esemplare, potrebbero dar luogo a tante supposizioni relativamente alla loro presenza fra le deiezioni del mare. Malgrado il proponimento di non tener conto di specie non rappresentate da più di un esemplare, ho notato nel presente elenco *Halymenia ligulata Zanard.*, sia perchè, come si vedrà leggendone la diagnosi, non dovrei avere dubbio sulla sua determinazione, sia perchè, trattandosi di specie nuova per il Mediterraneo, il suo rinvenimento sulle coste siciliane potrebbe indurre coloro, che possono disporre di più tempo ed hanno più opportunità dello scrivente, a ripetere le ricerche nella località in cui fu trovata la prima volta, con mezzi adatti, coi quali si potrebbe far luce sull' area di vegetazione e sulla posizione batimetrica della importante Crittonemiacea.

Nello spoglio del materiale distribuito in due pacchi nell' Erbario mediterraneo del Gabinetto di botanica di Catania, trovai esemplari con indicazioni scritte dal Prof. Tornabene, le quali sono di grande importanza ; esse tolgono infatti ogni dubbio sulla vera stazione di quelle specie, che riferii genericamente al « lido di Catania », non trovando frase più esatta per indicare l' Habitat di quelle che trovai nell' Erbario del Prof. Cosentini, senza indicazione di località. Ora invece viene ad esser conosciuto il punto in cui fu raccolta *Callymenia demissa* I. Ag., che dal Mazza si era, giustamente, riferita a località imprecisata, e ciò non è di lieve importanza se si pensa che nell' Ionio si è rinvenuta una forma trovata finora solamente presso Marsiglia.

Gli esemplari che compongono i due pacchi furon raccolti in parte dal Prof. Cosentini, in parte dal Tornabene, come si rileva dall' esame delle due diversità di carattere con cui sono scritte le indicazioni di località dal Tornabene e qualche osservazione del Cosentini. Le località visitate dal Cosentini o dai suoi corrispondenti sono le seguenti: Capo Passero, Pachino, Pozzallo, Avola, Siracusa, Augusta, Catania, Acicastello, Aci-

trezza, Acireale, Alì, Messina. Alcuni esemplari provengono da S. Croce Camerina, da Licata, da Porto Empedocle, da Girgenti, da S. Stefano Camastra, le quali località non sono indicate nel presente catalogo, che s' occupa solo delle Alghe della Sicilia orientale.

Del materiale comunicatomi dall'amico Mazza mi son valso in parte, poichè mi sono attenuto solo a quello raccolto sulla costa orientale, per aggiungere alle mie anche le sue indicazioni di località.

Al chiar.mo Dott. A. Forti, al carissimo amico A. Mazza, al primo dei quali debbo la determinazione delle Diatomee, al secondo comunicazioni e consigli, rendo vivi ringraziamenti. All' Illustre Prof. Fridiano Cavara, che affettuosamente m' accolse nel suo Istituto, fornendomi i mezzi per rivedere il materiale precedentemente determinato e studiare quello che man mano andavo procurandomi, che mise a mia disposizione l' Erbario del Tornabene e che provvide con tanta premura cortese alla stampa del presente lavoro, esprimo il sentimento del più profondo rispetto e della mia perenne, affettuosa gratitudine. Ringrazio pure cordialmente il chiar.mo Sig. I. I. Rodriguez, che mi fu prodigo dei suoi consigli e del suo valido aiuto.

OPERE E MEMORIE CONSULTATE

Agardh. I. — *Algae maris Mediterranei et Adriatici* — Parisiis 1842.

Ardissone F. — *Enumerazione delle Alghe di Sicilia* — Genova 1861.

» » — *Appendice alla Enumerazione delle Alghe di Sicilia* — Genova 1865.

» » — *Appendice 2° all' Enumerazione delle Alghe di Sicilia* — Genova 1867.

Ardissone F. — *Prospetto delle Ceramice italiche con tre tavole colorate*—Pesaro 1867.

» » — *Le Floridee italiche descritte e illustrate* — Vol. I e II Milano e Firenze 1868-78.

» » — *Phycologia mediterranea* — Vol. I e II. Varese 1883-1887.

» » — *Note alla Phycologia Mediterranea* — Estratto dei « Rendiconti » del R. Ist. Lomb. di sc. e lett. Ser. II. Volume XXXIII. 1900.

» » — *Note alla Phyc. Mediterranea* — l. c. Vol. XXXIV, 1901.

» » — *Rivista delle Alghe mediterranee*. Parte 1ª. *Rodophyceae*—l. c. Vol. XXXIV, 1901.

Ardissone F. e Strafforello I. — *Enumerazione delle Alghe di Liguria*—Milano 1877.

Borzì A. — *Nuove Floridee meditarranee* — (Notarisia I, 1886).

De Toni G. B. — *Sylloge algarum omnium hucusque cognitorum* — Vol. I. Sectio I. Chlorophyceae. Patavii 1889. Vol. III. Fucoideae. Patavii 1895. Vol. IV Florideae. Sect. I, II, III. Patavii 1897-1903.

Hauck F. — *Meersalgen (in Rabenh. Kript. von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz)* — Leipzig, 1883-85.

Kutzing F. T. — *Tabulae phycologicae I*—XIX—Nordhausen 1849-69.

» » — *Species Algarum* — Lipsiae 1849.

Langenbach G. — *Die Meersalgen der Insen Sizilien und Pantelleria* — Berlin 1873.

Mazza A. — *Un manipolo di Alghe marine della Sicilia* — Parte I. Florideae (Estratto della Nuova Notarisia, Serie XV, Gennaio-Aprile 1904). Parte II. Fucoideae, Chlorophyceae, Cyanophyceae (Estratto dalla N. Notarisia, Serie XV, Luglio 1904).

Meneghini G. — *Alghe italiane e dalmatiche* — Padova 1842-43.

Naccari F. L. — *Algologia adriatica* — Bologna 1828.

Piccone A. — *Noterelle ficologiche* — I. Il Fucus vesiculosus L. vive spontaneo in Liguria; II. Pugillo di Alghe sicule; III. Se la costituzione chimica del corpo sul quale le alghe sono affisse possa influire sulla loro distribuzione geografica. (Notarisia anno IV, 1889, n. 13, p. 664-671).

Rodriguez I. I. — *Algas de las Baleares* — (Anales de la Societad espanôla de historia natural tomo XVII, 1888.)

Spinelli V. — *Primo contributo all' Algologia della Sicilia* — Estratto dalle Mem. della R. Accad. degli Zelanti. Acireale 3ª Serie. Vol. 1° 1901-1902 p. 1-66.

Valiante R. — *Monographie die Cystoseiren, in Fauna und Flora des Golfs von Neapel* — Leipzig 1883.

FLORIDEAE Lamx.

CERAMIACEAE Rchb, Naeg. emend.

Callithamnieae Kg. ex p., J. Ag.

Callithamnion, Lyngb.

I. Eucallithamnion.

1. *Callithamnion Borreri* (Sm.) Harv.

Call. Borreri, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 59 — Kg. Spec. Alg. p. 643. Tab. Phyc. XI, 71—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 114—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 170.

Call. seminudum, I. Ag. Alg. medit. p. 72.

Call. siculum, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 112.

Pleonosporium Borreri, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1303—Hauck Meersalgen p. 88, f. 32.

Abit. Siracusa a S. Lucia.

2. *Callithamnion granulatum* (Ducluz) Ag.

Call. granulatum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 73 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1331—I. Ag. Alg. medit. p. 64—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 171—Hauck Meersalgen p. 87.

Phlebothamnion granulatum, Kg. Spec. Alg. p. 658.: Tab. Phyc. XII, f. 11, c-e. — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 117.

Phleb. spongiosum, Kg. Spec. Alg. p. 658.: Tab. Phyc. XII, 13, e-g.

Abit. Porto di Siracusa, in dicembre.

II. Seirospora.

3. *Callithamnion subtilissimum* De Not.

Call. subtilissimum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 67 — Ardiss. Prosp. Ceram. ital. p. 27, t. II, f. 6-10—Hauck Meersalgen p. 84.

Call. vermilare, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 111.
Seirospora interrupta, (Sm.) var? subtilissima. De Toni Syll. Alg. Vol. IV. Sect. III, p. 1347.

Abit. Porto di Siracusa, Catania, ad Ognina ed alla Plaia, in luglio con tetraspore (Spinelli): Catania, a Capo Mulini (Tornabene).

III. Antithamnion.

4. *Callithamnion cruciatum* Ag.

Call. cruciatum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 76—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1408—I. Ag. Alg. medit. p. 70 — Kg. Spec. Alg. p. 649: Tab. Phyc. XI, t. 87, f. a-c. — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. p. 29—Hauck Meersalgen p. 71, f. 24 C.
Call. fragilissimum, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 116.
Call. decipiens, I. Ag. Alg. medit. p. 70.

Abit. Sugli scogli poco profondi, nel porto di Siracusa; Messina (Mazza).

5. *Callithamnion Plumula* (Ellis) Ag.

Call. Plumula, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 78 — I. Ag. Alg. medit. p. 71 — Kg. Spec. Alg. p. 647.: Tab. Phyc. XI, 83, I — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 172.
Call. refractum, Kg. Spec. Alg. p. 650; Tab. Phyc. XI, t. 84, f. a-c.
Call. polyacanthum, Kg. Spec. Alg. p. 648: Tab. Phyc. XI, t. 83, f. d-e.

Abit. Porto di Siracusa, sotto le carene delle barcaccie, in maggio, con tetraspore. Catania, sotto la carena di un bastimento in disarmo; Acicastello, Messina e Catania (Mazza).

A questa specie deve riferirsi il *Call. polyspermum* indicato da me nel « Primo Contributo all' Algologia della Sicilia ».

Criffithsia, Ag.

I. Sphondylocladia.

6. *Griffithsia phyllamphora*. I. Ag.

Griff. phyllamphora, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 83 — De Toni, Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1281—I. Ag. Alg. medit. p. 77—Kg. Spec. Alg. p. 661—Hauck Meersalgen p. 92. —Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 173.

Abit. Fra altre alghe a Catania, (S. Giovanni dei Cuti), in agosto.

II. Acrocladia.

7. *Griffithsia opuntioides* I. Ag.

Griff. opuntioides, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 85—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III. p. 1272—Hauck Meersalgen p. 94—Kg. Spec. Alg. p. 664—I Ag. Alg. medit. p. 76—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 174.

Abit. Catania, alla Plaia, in maggio. L' unico esemplare che possiedo presenta un color giallastro, invece del roseo, dovuto alla decomposizione dell' endocroma.

Ceramieae, Bonnem ex. p., J. Ag.

Ceramium, Lyngb.

I. Hormorceras.

8. *Ceramium diaphanum* Roth.

Cer. diaphanum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 98—De Toni Syll. Alg. Vol. IV. Sect. III, p. 1486 — Hauck Meersalgen p. 107 — I. Ag. Alg. medit. p. 81.

Abit. Siracusa, a S. Lucia; porto di Catania, alla Lanterna.

9. *Ceramium elegans* Ducluz.

Cer. elegans, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 100—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1460.
Cer. elegans var. breviarticulatum, Ardiss. Flor. ital. I, 2, p. 36.
Hormoceras polygonum, Kg. Tab. Phyc. XII, p. 21, t. 67, f. c-e.
Gongroceras gymnogonium, Kg. Spec. Alg. p. 679.
Ceramium gymnogonium, Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 176.

Abit. Porto di Siracusa e di Augusta; Catania a S. Giovanni dei Cuti.

10. *Ceramium strictum* Grev. et Harv.

Cer. strictum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 102—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1484—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 176.
Cer. diaphanum gracile, Ardiss. Flor. Ital. I, 2, p. 36.
Gongroceras pellucidum, Kg. Spec. Alg. p. 678.
Hormoceras diaphanum, Kg. Spec. Alg. p. 675: Tab. Phyc. XII, 68, a-f.

Abit. Porto di Siracusa; Catania, alla Plaia ed a S. Giovanni dei Cuti. Si rinviene frequentemente sulle foglie di Zostera.

II. PHLEOCERAS

11. *Ceramium rubrum* (Huds). Ag.

Cer. rubrum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 113.—De Toni Syll. Alg. Vol. IV. Sect. III, p. 1476 — I. Ag. Alg. medit. p. 81 — Kg. Spec. Alg. p. 685: Tab. Phyc. XII, 4 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 132 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 440.

Abit. Abbastanza frequente ovunque: Messina, Acireale, Riposto, Catania (Mazza).

b **proliferum** *Lyngb.*

Messina: giugno 1901.

c **secundatum**

Catania, a S. Giovanni dei Cuti; giugno 1901, con favelle.

III. ECHINOCERAS.

12. *Ceramium ciliatum* (Ellis) Ducluz.

Cer. ciliatum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 117—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1472 — I. Ag. Alg. medit. p. 81 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 438.

Echinoceras ciliatum, Kg. Spec. Alg. p. 680 : Tab. Phyc. XII. 86, a-c.—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 129.

Echin. hirsutum, julaceum, imbricatum, diaphanum, Hystrix, horridum, tenellum, spinulosum, distans, secundatum, patens, pellucidum, puberulum, ramulosum, nudiusculum, hamulatum, giganteum, Kg. Spec. Alg. et Tab. Phyc.

Abit. Acireale (Mazza): Catania, a Capo Mulini (Tornabene), S. Giovanni dei Cuti, (Spinelli). Ne raccolsi in discreta quantità a Siracusa. Priolo, Augusta, Taormina e Messina.

CENTROCERAS Kg.

13. *Centroceras clavulatum* (Ag.) Montg.

Centr. clavulatum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 121—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 178.

Centr. Gasparinii, Kg. Spec. Alg. p. 689.

Centr. Leptacanthum, Kg. Spec. Alg. p. 689: Tab. Phyc. XIII, t. 18, e-g—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 134.—Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 16.

Ceramium clavulatum, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1491—Hauck Meersalgen p. 113.

Spyridia clavulata, I. Ag. Alg. medit. p. 80.

Abit. Porto di Siracusa e di Augusta.

14. *Centroceras cinnabarinum* (Grat.) I. Ag.

Centr. cinnabarinum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 123—Ardiss. e Straff. Enum Alg. Lig. p. 178.

Ceramium cinnabarinum, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1493 — Hauck Meersalgen p. 112.

Cer. ordinatum, Kg. Spec. Alg. p. 680 : Tab. Phyc. XIII, t. 7, f. a-c.

Abit. Catania: è stato rinvenuto da Mazza a Messina, oltre che nella stessa località ove lo trovai.

CRYPTONEMIACEAE J. Ag.

Nemastoma J. Ag.

I. Gymnophlaea.

15. *Nemastoma dichotoma* J. Ag.

Nem. dichotoma, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 130—I. Ag. Alg. medit. p. 91.— Hauck Meersalgen p. 117.

Gymnophlaea dichotoma, Kg. Spec. Alg. p. 711 : Tab. Phyc. XVI, t. 58, g-k—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. p. 36—Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 16.

Ginannia irregularis, Kg. Tab. Phyc. XVI, t. 69.

Abit. A Siracusa, Catania e Messina; parecchi esemplari raccolti nel mese di giugno son provvisti di cistocarpi. Messina, Catania, Acireale (Mazza).

II. Platoma.

16. *Nemastoma cervicornis* J. Ag.

Nem. cervicornis, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 131.

Gymnophlaea cervicornis, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. p. 37—Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 16.

Gymn. furcellata, Kg. Spec. Alg. p. 712 : Tab. Phyc. XVI, t. 60, b-e.

Halymenia cervicornis, I. Ag. Alg. medit. p. 97—Kg. Spec. Alg. p. 716.

Hal. cyclocolpa, Kg. Tab. Phyc. XVI, t. 94, a-b—Hauck Meersalgen p. 117.

Abit. Di questa specie abbastanza rara, raccolsi alcuni esemplari a Catania e ad Acicastello, fra i rifiuti, che il mare aveva

deposto sulla spiaggia dopo una forte libecciatta; in qualcuno di questi esemplari le ramificazioni alla base son poche, anzi possono mancare affatto e in questo caso, la fronda sorge dal dischetto radicale intero, di forma quasi orbicolare, e porta solo all' apice alcuni rametti.

SCHIZYMENIA J. Ag.

17. *Schizymenia marginata* (Roussel) I. Ag.

Sch. marginata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 141—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 181.
Nemastoma marginata, I. Ag. Alg. medit. p. 91.
Halymenia marginata, Kg. Spec. Alg. p. 717.
Abit. Siracusa, ai Cappuccini, in luglio; Catania, alla Plaia.

18. *Schizymenia Dubyi* (Chauv.) I. Ag.

Sch. Dubyi, Ardiss. Phyc. medit I, p. 142—Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 16.
Sch. minor, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 160.
Iridaea elliptica, Kg. Spec. Alg. p. 725: Tab. Phyc. XVII, 4.
Euhymenia Dubyi, Kg. Spec. Alg. p. 743: Tab. Phyc. XVII, 80.

Abit. Comunissima ovunque; in aprile coi cistocarpi. Il colore della fronda facilmente volge al giallo, per decomposizione; spesso è coperta da un pulviscolo verdastro, formato da gusci di Diatomee. Assume forme diverse: in alcuni esemplari la fronda sorge dal callo radicale allargandosi in una larga lamina intera, la quale alla cima si divide una o due volte, e simula una ramificazione. Altre frondi si dividono fin dalla base, assumendo l' aspetto cordiforme.

HALYMENIA Ag. (mut. charact.)

I. HALOPHYLLUM.

19. *Halymenia Floresia* (Clem.) Ag.

Hal. Floresia, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 145—I. Ag. Alg. medit. p. 96—Kg. Spec. Alg. p. 716: Tab. Phyc. XVI, 88-89—Ardiss. e Straff. Enum, Alg. Lig, p. 179.

Abit. Catania, alla Plaia, ad Ognina e a S. Giovanni dei Cuti: in quest' ultima località rinvenni esemplari in rilevante quantità dopo una forte mareggiata, in aprile. Le frondi ora umili, ora robuste ed alte, sorgono da un callo radicale ben ditinto: qualche volta si presentano coll' apice troncato per gli urti subìti contro le rocce durante l' imperversare del libeccio e spesso si scorgono frammenti di pianta, le quali attestano la fragilità della fronda, di consistenza gelatinosa. Generalmente negli esemplari coll' apice troncato, le ramificazioni laterali assumono dimensioni molto maggiori che nelle forme intatte, fenomeno questo che si riscontra nella massima parte degli organismi vegetali.

È degno di nota anche il fatto che la fronda si presenta qua e là bucherellata: esaminando questi fori, non vi si scorge la menoma traccia di quelle dentellature, che sogliono presentare le ferite prodotte da azioni traumatiche. La regolarità del contorno fa pensare ad un processo di rigenerazione.

Nelle condizioni normali, si inizia in tutte le piante un processo di risanamento, di neo formazione, per cui un tessuto viene a sostituirsi al posto di un altro perduto in conseguenza di una ferita: una sezione microscopica di *Halym. Floresia* praticata sulla superficie limitante il foro dimostra che le cellule dello strato corticale si sono alquanto allungate, per accrescimento apicale. Questo allungamento delle cellule corticali è poco evidente e la cicatrizzione non si compie, come il più delle volte nelle piante terrestri, sia perchè il tessuto che si trova in prossimità della ferita non è capace di proliferare, sia per la difficoltà opposta alla cicatrizzazione da parte dell' ambiente in cui vegeta l' alga.

Il processo di rimarginazione del resto non è nuovo fra le Alghe: lo si è riscontrato anche nei fili di *Vaucheria*, i quali, quando son colpiti da azione meccanica, si rigenerano. Al limite della ferita il protoplasma s' addensa, barricandosi, per così dire, dietro gli avanzi del protoplasma già compromesso, opponendo con questo mezzo, resistenza agli insulti successivi degli agenti esterni. Anche i granuli di clorofilla assumono una posizione ben diversa da quella normale, alla quale non ritornano se non dopo un tempo più o meno lungo, quando, cioè. il protoplasma al limite della ferita non abbia formato un margine tale da supplir quasi la parete manomessa, come succede anche nelle foglie dei Muschi.

II. HALARACHNION.

20. *Halymenia ligulata* I. Ag.

Halarachnion ligulatum, Kg.

La fronda sorge da un minuto callo radicale e si innalza fino a 12 cm: sin dalla base si divide, dando origine a 4 rametti, ristretti alla base, i quali vanno poco sensibilmente allargandosi, mostrando l' apice rotondato. Solo la fronda più adulta porta proliferazioni marginali, in forma di ligule, irregolarmente alterne; una di queste ligule si dimostra leggermente forcipata, carattere questo che ho anche riscontrato negli esemplari gentilmente comunicatomi dal chiar. Sig. Rodriguez, al quale rendo qui vivi e sentiti ringraziamenti.

L' esemplare catanese è relativamente piccolo in confronto alle forme oceaniche, ma l'aspetto esterno e, come si vedrà in seguito, la struttura intima, non lasciano dubbio, a mio parere, sulla determinazione. Si sa che senza materiale di confronto maturo e perfetto non è possibile pronunziarsi su alcuna specie di Halymenia, poichè i caratteri intimi possono talvolta essere gli stessi, o quasi, in diverse specie: quando rinvenni il mio esemplare, parecchi anni addietro, praticai qualche sezione, che presentava i caratteri del genere Halymenia e ravvisai subito la perfetta somiglianza della struttura dell'esemplare in esame con quella rappresentata dal disegno dato dall'Hauck sull'*Halymenia ligulata* I. Ag. Anche morfologicamente l' esemplare presenta perfetta somiglianza colla descrizione che ne fa il suddetto autore: tallo cilindraceo compresso, assottigliato alla base in stipite, proliferante dal margine. All' esame microscopico avevo osservato: 1° uno strato corticale formato da una assisa di cellule mediocri, tonde, intensamente porporine: 2° uno strato sotto corticale costituito da due ranghi di cellule più grandi: 3° uno strato midollare formato di filamenti articolati, che si anastomizzano collo strato inferiore delle cellule sottocorticali e avvolgono inferiormente e lateralmente i cistocarpi, i quali, dalla parte apicale, sono circondati dallo strato corticale. I cistocarpi sono globosi, sporgenti e sparsi su tutta la superficie della fronda. Consistenza gelatinosa membranacea; colore purpureo, che sbiadisce colla disseccazione.

Comunicai il mio esemplare al chiar. Rodriguez, il quale mi assicurò che, dall'aspetto esterno, non si può separare da *Halara-*

chnion ligulatum (Kg.), *Halymenia ligulata*, (Ag.): all' esame microscopico però manifestava qualche dubbio sulla forma e grandezza delle cellule corticali, le quali son più piccole che nell' Hal. ligulatum, rotondato-oblunghe, invece che angolose. (1)

Si badi però che l' esemplare fu trovato, quasi cinque anni addietro, fra i mucchi d' alghe reiette e che la pressione, alla quale fu assoggettata la piantina, durante la preparazione, fece perdere la forma primitiva alle cellule dei varii strati, mentre la disidratazione, l' aridità dell' esemplare, affatto avido d' acqua, impediscono che le sezioni riescano chiare e che le cellule ritornino turgide e riprendano, gonfiandosi, la forma e le dimensioni primitive. Per questa ragione le cellule corticali sembrano più piccole di quanto sogliono essere nell' Halarachnion e i filamenti, che compongono lo strato midollare, si dimostrano esili, radi, alcuni anche rizoidei.

Malgrado ciò, basandomi sul disegno di una sezione fatta sulla fronda allo stato fresco, perfettamente uguale a quello dato da Hauck, son convinto che le minime differenze che i tessuti intimi dell' esemplare dimostrano ora colle forme tipiche sono acquisite e non originali e che quindi si sia di fronte ad una forma di *Halymenia ligulata* Ag. la presenza della quale non è stata ancor notata nel Mediterraneo.

Si potrà obbiettare che l' Alga, perchè trovata fra i rifiuti del mare, possa essere stata trasportata da altre regioni sulla spiaggia catanese: ma questo dubbio cade da se, quando si rifletta che la freschezza della piantina, al momento in cui fu raccolta, era tale da non far nemmeno pensare ad una lunga permanenza in mare, condizione questa necessaria perchè avesse potuto esser portata a Catania da lontane regioni. La fronda era intatta, senza lacerazione alcuna, contrariamente a quanto suole avvenire in quelle Alghe, che, dimorando lungamente nell' acqua, sbattute dalle onde, afflosciate in seguito ad incipiente decomposizione, sogliono mostrarsi troncate in qualche punto, lacerate in seguito ad urti con corpi estranei.

III. Nemaliopsis.

21. *Halymenia fastigiata*. I. Ag.

Hal. fastigiata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 152—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 180.

---

(1) Lettera di I. I. Rodriguez allo scrivente: 16 novembre 1904.

Abit. Faro di Messina; dicembre 1899.

L' esemplare misura un decimetro d' altezza: la fronda è arrotondata e, sin dalla base, regolarmente dicotoma, coi segmenti dilatati alle ascelle. Come dall' aspetto, così anche per la struttura intima concorda perfettamente colla descrizione fatta dal Chiar. Ardissone.

Schimmelmannia Schousb

22. *Schimmelmannia ornata Schousb.*

Schimm. ornata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 157 — Kg. Spec. Alg. p. 722; Tab. Phyc. XVI, 84, a-c.

Naccaria Schousboei, I. Ag. Alg. medit. p. 86.

Carpoblepharis ? mediterranea, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. p. 33.

Abit. Acireale, alla Scalazza. S. Maria la Scala e S. Tecla (Mazza)

Grateloupia Ag.

23. *Grateloupia dichotoma* I. Ag.

Gr. dichotoma, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 137—I Ag. Alg. medit. p. 103—Kg. Spec. Alg. p. 732: Tab. Phyc. XII, 28, c-e.—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 179—Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 18.

Abit. Abbastanza comune lungo tutta la costa orientale: nelle forme *repens, nana e proteus.*

24. *Grateloupia filicina* (Wulf.) Ag.

Gr. filicina, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 138—I. Ag. Alg. medit. p. 103—Kg. Spec. Alg. p. 730: Tab. Phyc. XVII, 22—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 178—Langenbach Meersalg. Inseln. Siz. und Pant. p. 18.

Gr. dichotoma var. speciosa, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 164.

Gr. porracea, Kg. Spec. Alg. p. 730: Tab. Phyc. XVII, 25 a-c.

Gr. concatenata, Kg. Spec. Alg. p. 731: Tab. Phyc. XVII, 24, c-e.

Gr. horrida, Kg. Spec. Alg. p. 731. Tab. Phyc. XVII, 26, b-d.

Gr. filiformis, Kg. Spec. Alg. l. c.: Tab. Phyc. XVII, 25, d-e.

Gr. pennulata, Kg. Spec. Alg. l. c.: Tab. Phyc. XVII, 27, a-b.

Abit. Comune ovunque.

Messina, Riposto, Catania, Siracusa (Mazza).

Cyptonemia I. Ag.

I. Eucryptonemia I. Ag.

25. *Cryptonemia Lomation* (Bertol.) I. Ag.

Cr. Lomation, Ardiss. Phyc. medit. I. p. 159—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 183—Langenbach Meersalg. Inseln. Siz. und Pant. p. 19.
Euhymenia lactuca, Kg. Spec. Alg. p. 741 : Tab. Phyc. XVII, 71, a-b.
Cryptonemia lactuca, I. Ag. Alg. medit. p. 100.

Abit. Siracusa, ai Cappuccini; porto di Catania (Tornabene); Catania, alla Plaia (Spinelli).

II. Acrodiscus.

26. *Cryptonemia Vidovichii* (Menegh.) Zanard.

Cr. Vidovichii, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 162.
Cr. dichotoma, I. Ag. Alg. medit. p. 100.
Acrodiscus Vidovichii, Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 183.
Euhymenia dichotoma, Kg. Spec. Alg. p. 742; Tab. Phyc. XVII, 72.

Abit. Acireale (Tornabene); S. Tecla, presso Acireale (Mazza) Siracusa, sui tofuli di Cystoseira (Spinelli).

Neurocaulon Zanard.

27. *Neurocaulon reniforme* Post. et Roupr.

Costantinea reniformis, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 174 — Hauk Meersalgen p. 146, f. 60.
Neurocaulon foliosum, Kg. Spec. Alg. p. 744; Tab. Phyc. XVII, 83, a-c.
Kallymenia reniformis, I. Ag. Alg. medit. p. 99.

Abit. Gli esemplari mi furon comunicati dall' amico Nicolosi, che qui ringrazio; egli li raccolse a S. Giovanni dei Cuti e li conservò in Formalina, ove il colore purpureo, dopo parecchi anni, si mantiene inalterato.

RHIZOPHYLLIDACEAE Schm.

Rhizophyllis Kg.

28. *Rhizophyllis Squamariae* (Menegh.) Kg.

Rh. Squamariae, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 224 — Kg. Spec. Alg. p. 877: Tab. Phyc. XVI, 8—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 208.

Rh. dentata, Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 510.

Abit. Sulla *Peyssonellia Squamaria*, a Siracusn, Catania e Messina.

SQUAMARIACEAE Ardiss. e Straff.

Peyssonellia Decne.

29. *Peyssonellia Squamaria* (Gm.) Decne.

P. Squamaria, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 227—I. Ag. Alg. medit. p. 92 — Kg. Tab. Phyc. XIX, 87, a-b — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 198—Hauck Meersalgen p. 34.

Abit. Comune ovunque.

30. *Peyssonellia rubra* I. Ag.

P. rubra, Ardiss. Phyc. Medit. I, p. 228—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 198.

Abit. Siracusa, Catania, Acicastello, Taormina, Messina, in luglio. Messina, S. Tecla, presso Acireale, spiaggia « S. Lucia » a Siracusa (Mazza).

31. *Peyssonellia Harveyana* Crouan

P. Harveyana, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 229—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 198.

P. orbicularis, Kg. Spec. Alg. p. 694.

P. polymorpha, Hauck Meersalgen p. 35.

Abit. Siracusa ed Acicastello, sulle Cistoseire.

Specie polimorfa, dalla fronda orbicolare, incrostata, espansa in senso orizzontale, intera o sinuosa, dapprima adnata al sustrato su cui vegeta e poi libera. Aderisce tenacemente alla parte basale del tallo delle Cistoseire mediante fibre radicali nerastre. Decalcificata con Acido acetico diluito, e sezionata, lascia distinguere i caratteri intimi del genere. Il colore varia dal purpureo al roseo.

CORALLINACEAE Harv.

Melobesia Lamx.

I. Melobesieae. Aresch.

1. **Eumelobesia**

32. *Melobesia membranacea* Lamx.

M. membranacea, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 443: Enum. Alg. Sicil. N. 123.

Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 585—Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 20—Hauck Meersalgen p. 265.

Abit. Sulla Zostera e su qualche Cystoseira, a Siracusa: in questa stessa località Mazza l' ha trovato sulle foglie di *Posidonia caulini*.

33. *Melobesia pustulata* Lamx.

M. pustulata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 446—Kg. Spec. Alg. p. 696—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 144—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 588.

Abit. Sulla *Taonia atomaria* e sulla *Halimeda Tuna*, a Catania e a Messina.

II. Corallineae. Aresch.

Amphiroa Lamx.

34. *Amphiroa exilis* Harv.

A. exilis, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 455.
A. pustulata, Kg. Spec. Alg. p. 700: Tab. Phyc. VIII, 42, I.
A. complanata, Kg. Spec. Alg. p. 702: Tab. Phyc. VIII, 43, II.
A. algeriensis, Kg. Tab. Phyc. VIII, 44, II — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 146 — Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 20.

Abit. Abbastanza comune.

35. *Amphiroa rigida* Lamx.

A. rigida, Ardiss. Phyc. medit. I. p. 456—Kg. Spec. Alg. p. 701—Ardiss. e Siraff. Enum. Alg. Lig. N. 596.
A. spina, Kg. Spec. Alg. p. 700: Tab. Phyc. VIII, 41, II.
A. irregularis, Kg. Spec. Alg. p. 700: Tab. Phyc. VIII, 41, III.

Abit. Siracusa, Catania, Acicastello, fra i rifiuti del mare, in luglio. Messina (Mazza).

Jania Lamx.

36. *Iania rubens* (L.) Lamx.

J. rubens, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 459 — Kg. Spec. Alg. p. 709: Tab. Phyc. VIII, 84, II-IV — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 151—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 597 — Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 20.

Abit. Abbastanza comune ovunque.

Corallina Lamx.

37. *Corollina officinalis* L.

C. officinalis, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 462 : Enum. Alg. Sicil. N. 147 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 601 — Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 21.

Abit. Comunissima nella 1ª zona di profondità.

GIGARTINACEAE Ardiss. e Straff.

Gigartina Stack.

38. *Gigartina acicularis* (Wulf.) Lamx.

G. acicularis, Ardiss. Phyc. medit. p. 167 — De Toni Syll. Alg. Vol, IV, Sect. I, p. 198—I. Ag. Alg. medit. p. 105—Kg. Spec. Alg. p. 749: Tab. Phyc. XVIII, I, c-e — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 166 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 184.

G. compressa Kg. Spec. Alg. p. 750 : Tab. Phyc. XVIII, 2.

Abit. Comune su tutto il litorale.

39. *Gigartina Teedii* (Roth.) Lamx.

G. Teedii, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 168 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I. p. 202 — Hauck Meersalgen p. 136, f. 54.

Abit. Siracusa, Augusta, Catania, Messina (anche Mazza), in maggio coi cistocarpi.

Callymenia J. Ag.

40. *Callymenia demissa* I. Ag.

C. demissa, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 302.

Da un minuto callo radicale sorge la fronda, la quale s'allarga subito, assumendo circoscrizione reniforme, coi margini interi o dentellati e ondulati: in certi esemplari dal callo radicale s' innalzano più frondi, le quali, avendo età diversa, presentano differenti forme. Infatti le più piccole hanno la forma di flabello, mentre le adulte non conservano nè questa, nè la reniforme, ma tendono alla cuneiforme. È nelle frondi adulte che si scorgono marcatamente i lobi, i quali si avanzano dalla parte superiore ed inferiore della fronda, in modo da formare una strozzatura, finchè forse la fronda primitiva e l' altra formatasi in seguito alla divisione vengono, *forsan externa vi quoque dilaceratae* (De Toni)

La struttura intima è quella del genere Callymenia.

Le frondi arrivano a misurare cm. 5 $^{1}/_{2}$ d'altezza e 3 cm. di larghezza: i cistocarpi si trovano sotto forma di punti oscuri. Il colore è d' intenso e brillante cocciniglia.

Abit. Secondo le indicazioni trovate in una etichetta attaccata ad un esemplare non determinato e ad altro determinato sotto il nome di *Halymenia sanguinea*, questa bellissima specie fu raccolta dal Prof. Tornabene a Catania: in questa stessa località dovette pure esser trovato l' esemplare, che comunicai all' amico Mazza, del quale non seppi precisare la località, avendolo rinvenuto in un palco d' Alghe indeterminate e senza alcuna indicazione.

Callophyllis J. Ag.

41. *Callophyllis laciniata* (Huds) Kg.

C. laciniata, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 278 — Kg. Spec. Alg. p. 744: Tab. Phyc. XVII, t. 84 — Ardiss. Phyc. medit. II p. 302.

Abit. Messina (Mazza): posseggo due esemplari piccoli ed incompleti di questa specie, che raccolsi a S. Giovanni dei Cuti, e sol per l' intima struttura riferii a *C. laciniata*.

Gymnogongrus Mart.

42. *Gymnogongrus Griffithsiae* (Turn.) Mart.

G. Griffithsiae, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 176 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 242 — Kg. Spec. Alg. p. 788: Tab. Phyc. XIX, t. 65, e-g — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 185.
G. tentaculatus, Kg. Spec. Alg. p. 788: Tab. Phyc. XIX, 65, c-d.
G. furcellatus, Kg. Spec. Alg. p. 788 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 174 — Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 19.
G. parthenopaeus, Kg. Spec. Alg. l. c.: Tab. Phyc. XIX, 66, a-b.
Chondrus griffithsiae, I. Ag. Alg. medit. p. 95.

Abit. Comune ovunque.

43. *Gymnogongrus palmettoides* Ardiss.

G. nicaeensis, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 179 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 186.

Abit. Messina (Mazza): Catania ed Acicastello (Spinelli).

PHYLLOPHORA Grev.

44. *Phyllophora nervosa* (De Cand.) Grev.

Ph. nervosa, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 182 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 234—I. Ag. Alg. medit. p. 94—Kg. Spec. Alg. p. 791, Tab. Phyc. XIX, t. 76, f. II — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 176—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 187.

Abit. Messina (Mazza e Spinelli): Catania, Acicastello. Siracusa, Pachino, abbastanza frequente.

RHODYMENIACEAE Neg. (mut. limit.) J. Ag.

GASTROCLONIUM Kg.

45. *Gastroclonium kaliforme* (G. et W.)

G. kaliforme, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 319: Flor. it. II, fasc. 2°, p. 25—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 567 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 520.

Lomentaria patens, Kg. Spec. Alg. p. 863: Tab. Phyc. XV, t. 89, f. c-d.

L. dasyclada, Kg. Tab. Phyc. XV, t. 93.

L. kaliformis, Kg. Spec. Alg. p. 863: Tab. Phyc. XV, t. 86, f. a-c.—Hauck Meersalgen p. 200, f. 87.

Abit. Messina, Riposto, Acireale (Mazza): Siracusa (Spinelli)

LOMENTARIA Lyngb.

I. EULOMENTARIA.

46. *Lomentaria articulata* (Huds.) Lyngb.

L. articulata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 202 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 553 — Kg. Spec. Alg. p. 863: Tab. Phyc. XV, t. 85, f. e-h.

Chylocladia articulata, Hauk Meersalgen p. 157.

Abit. Siracusa.

47. *Lomentaria parvula* Ag. (Gaill.)

Lomentaria parvula, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 203 — Kg. Spec. Alg. p. 864: Tab. Phyc. XV, 87, a-b — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 189.

Chylocladia parvula, I. Ag. Alg. medit. p. 111.

Abit. Acireale (Mazza): Siracusa e Catania (Spinelli): in maggio.

Chrysymenia J. Ag.

48. *Chrysymenia ventricosa* (Lamx.) I. Ag.

Chr. ventricosa, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 209—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II. p. 541 — Hauck Meersalgen p. 159 — I. Ag. Alg. medit. p. 106.

Halymenia ventricosa, Kg. Spec. Alg. p. 212 : Tab. Phyc. XVI, t. 86, f. a-b.

Halarachnion ventricosum, Kg. Spec. Alg. p. 721.

Hal. pinnulatum, Kg. Spec. Alg. p. 721.

Abit. Messina, Alì, Riposto (Spinelli) : Acireale (Mazza) : Catania, ad Ognina ed alla Plaia (Spinelli).

49. *Chrysymenia uvaria* Menegh.

Chr. uvaria, Ardiss. Phych. medit. I, p. 210 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 543 — I. Ag. Alg. medit. p. 106 — Hauck Meersalgen p. 160, f. 66 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 456.

Gastroclonium uvaria, Kg. Spec. Alg. p. 865 : Tab. Phyc. XV, t. 97—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 204.

Abit. Frequente ovunque, insieme alla *Dictyota dichotoma* e alla *Padina pavonia*.

Sebdenia Berth.

50. *Sebdenia monardiniana* (Montg.) Berthold.

S. Monardiniana, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 532.

Halymenia Monardiniana, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 148 — Kg. Spec. Alg. p. 717: Tab. Phyc. XVII, t. 2, f. c-d.

Abit. Siracusa, ai « Cappuccini » : Catania (Tornabene) : Acireale (Mazza).

Bellissimi gli esemplari raccolti dal Tornabene : essi misurano da 22 a 24 cm. d' altezza. Il colore volge dal coccineo — purpureo facilmente al giallastro.

Rodymenia Grev.

51. *Rhodymenia corallicola* Ardiss.

Rh. corallicola, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 214—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II. p. 515 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 484.

Rh. palmetta, Hauck Meersalgen p. 161.

Abit. Acireale (Mazza) : Siracusa (Spinelli), sui tofuli di qualche *Cystoseira*.

A *Rh. corallicola* deve riferirsi la *Rh. palmetta* (Esp.) Grev. del « Primo contributo all' Algologia della Sicilia ».

52. *Rhodymenia ligulata* Zanard.

Rh. ligulata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 215 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II. p. 515 — Hauck Meersalgen p. 162.

Sphaerococcus ligulatus Kg. Spec. Alg. p. 782.

Abit. S. Tecla, presso Acireale, (Mazza): Catania (Tornabene) Siracusa (Spinelli).

Plocamium (Lamx.) Lyngb.

53. *Plocamium coccineum* (Huds.) Lyngb.

Pl. coccineum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 219 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 590.

Pl. Lyngbyanum, Kg. Spec. Alg. p. 885: Tab. Phyc. XVI, t. 46, f. a-c.

Pl. Binderianum, Kg. Spec. Alg. p. 885: Tab. Phyc. XVI, t. 48, f. d-f.

Abit. Frequente ovunque, generalmente fra le insenature degli scogli.

Fauchea Bory et Mont.

54. *Fauchea repens* (Ag.) Montg.

F. repens, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 206 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 493 — Kg. Tab. Phyc. XVIII, t. 71, f. c-e — Hauck Meersalgen p. 152, f. 63 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 183.

Gracilaria repens, I. Ag. Alg. medit. p. 152.

Abit. Catania (Tornabene).

La fronda s' innalza fino a 8 cm.: essa sorge da un piccolo callo basilare e si divide tosto e regolarmente per dicotomia, dando luogo a segmenti lineari, colle ascelle rotondate, col margine integro, dei quali i terminali sono ottusi agli apici I nemateci sono ovali e scarsi: il colore è roseo, che si conserva benissimo negli esemplari disseccati.

Vegeta nell' Oceano Atlantico (a Gades in Ispagna e a Tingin in Africa), nel Mediterraneo occidentale e nell' Adriatico.

RHODOPHYLLIDACEAE Schm.

Rissoella J. Ag.

55. *Rissoella verrucolosa* (Bertol.) I. Ag.

R. verrucolosa, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 185 — De Toni, Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 327 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 184.

Grateloupia verrucolosa, I. Ag. Alg. medit. p. 103 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 163.

Abit. Abbastanza frequente a Siracusa, Catania, Acireale, Taormina, Messina.

Catenella J. Ag.

56. *Catenella opuntia.*

C. opuntia, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 318 — Kg. Spec. Alg. p. 724.

Abit. Catania, alla Lanterna.

SPYRIDIACEAE Harv.

Spyridia Harv.

57. *Spyridia filamentosa* Harv.

Sp. filamentosa, Ardiss. Phyc. medit. p. 193 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1427 — Kg. Spec. Alg. p. 655: Tab. Phyc. XII, t. 42, f. a-b — Hauck Meersalgen p. 115, f. 40-41 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 123 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 473.

Abit. Frequente qua e là lungo la costa orientale.

SPHAEROCOCCACEAE Ardiss.

Gracilaria Grev.

I. Gracilariae Naëg.

58. *Gracilaria confervoides* (L.) Grev.

Gr. confervoides, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 237—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 431—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 493—Hauck Meersalgen p. 182, f. 77.

Sphaerococcus confervoides, Kg. Spec. Alg. p. 772: Tab. Phyc. XVIII, t. 72.

Hypnaea confervoides, I. Ag. Alg. medit. p. 149.

Sphaerococcus divergens, *setaceus*, *capillaris*, *tenuis*, Kg. Tab. Phyc. XVIII, t. 73-75.

Abit. Abbondante ovunque. A Messina (al forte S. Giovanni), ad Augusta e a Priolo, raccolsi due forme di questa specie: una allungata e sottile, filiforme, l' altra più breve, grossa e quasi dicotoma: nella prima zona di profondità.

59. *Gracilaria duna* (Ag.) I. Ag.

Gr. dura, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 239 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 442 — I. Ag. Alg. Medit. p. 151 — Hauck Meersalgen p. 183.

Gr. dura var. Lyra, I. Ag. Alg. medit. p. 151.

Sphaerococcus durus, Kg. Spec. Alg. p. 775 : Tab. Phyc. XVIII, t. 78, f. c-d.

Sph. Sonderi, Kg. Tab. Phyc. XVIII, t. 76, f. b-c.

Abit. Porto di Siracusa: Catania (Esemplari dell' Erbario del Prof. Cosentini). Messina, Acireale e Siracusa (Mazza).

60. *Gracilaria compressa*, (Ag.) Grev.

Gr. compressa, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 240 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 438 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 495—Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 21—Hauck Meersalgen p. 183.

Sphaerococcus compressus, Kg. Spec. Alg. p. 774 : Tab. Phyc. XVIII, t. 78.

Sph. vagus, Kg. Tab. Phyc. XVIII, t. 76.

Abit. Porto di Siracusa e di Catania

61. *Gracilaria armata* (Ag.) Grev.

Gr. armata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 242 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 496 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 433--Hauck Meersalgen p. 182.

Sphaerococcus armatus, Kg. Spec. Alg. p. 774: Tab. Phyc. XVIII, t. 77.

Hypnea armata, I. Ag. Alg. medit. p. 149.

Abit. Porto di Siracusa e di Catania: Messina (Mazza).

II. Sphaerococceae Dum. (mut. char.) I. Ag.

Sphaerococcus Stach. (mut. char.) Grev.

62. *Sphaerococcus coronopifolius* (Good. et Wood.) Ag.

Sph. coronopifolius, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 247 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 395 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 498 — I. Ag. Alg. medit. p. 154 — Langenbach Meersalg. Siz. und Pant. p. 21.

Rhyncococcus coronofolius, Kg. Spec. Alg. p. 754 : Tab. Phyc. XVIII, t. 10, f. e-h — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 167.

Abit. Comunissimo ovunque.

DELESSERIACEAE Naeg. (excl. p.) Ardiss.

NITOPHYLLUM Grev. (mut. limit.) I. Ag.

63. *Nitophyllum punctatum var. ocellatum* I. Ag.

N. punc. var. ocellatum, Ardiss. Phyc. medit. I. p. 253 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 627—Hauck Meersalgen p. 169, f. 71—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 499.
Aglaophyllum punctatum, Kg. Spec. Alg. p. 868.
Agl. ocellatum, Kg. Spec. Alg. p. 867: Tab. Phyc. XVI, t. 35, f. a-d—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 206.
Agl. delicatum, Kg. Tab. Phyc. XVI, t. 35, f. e-f.
Nitophyllum ocellatum, I. Ag. Alg. medit. p. 156.

Abit. Comune ovunque.

64. *Nitophyllum uncinatum* (Montg.) I. Ag.

N. uncinatum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 255—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 650 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 500.
Cryptopleura lacerata, Kg. Tab. Phyc. XVI, t. 25, f. e.

Abit. Sembra abbastanza frequente: lo raccolsi a Marzamemi, Agusta, a Catania, a Messina. Generalmente le piantine dimostrano gli apici uncinati, quantunque in forme adulte non è raro il caso, che questi sieno lacerati, deformati. Un esemplare molto sviluppato comunicatomi dall' amico Mazza, che lo raccolse a Palermo, ha gli apici arrotondati, le frondi larghe più di quanto lo sieno quelle delle forme tipiche, le dicotomie regolari: la piantina, mancante di base, misura quasi 3 cm. e mezzo d' altezza.

A *Nit. uncinatum* deve riferirsi il *Nit. albidum Ardiss.*, che compresi fra le forme siciliane: il colorito bianco dei miei pochi ed incompleti esemplari era dovuta alla scomparsa del pigmento in seguito a fermentazione.

DELESSERIA Lamx., Grev. emend.

65. *Delesseria Hypoglossum* (Wood.) Lamx.

D. Hpoglossum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 260 — I. Ag. Alg. medit. p. 157 — Ardiss. e Straff. Enum Alg. Lig. N. 502
Hypoglossum Woodwardi, Kg. Spec. Alg. p. 875: Tab, Phyc. XVI, 11, a-c — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 207 — De Toni Syll. Alg. Vol. II, p. 694.

Abit. Sui rizomi di Zostera, a Siracusa, a Catania e a Messina.

HELMINTHOCLADIACEAE I. Ag.

Nemalion Duby

66. *Nemalion lubricum* Duby

N. lubricum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 267 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p, 77 — Kg. Spec. Alg. p. 712: Tab. Phyc. XVI, t. 62, f. 1 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 157 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 397.

Abit. Comune sugli scogli a poca profondità a Siracusa, Augusta, Catania, Messina.

Liagora Lamx.

67. *Liagora viscida* (Forsk.) Ag.

L. viscida, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 271 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 90 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 399.

Abit. Frequente nel porto di Siracusa, a Catania, ad Acitrezza, Acicastello e Messina (Mazza).

68. *Liagora ceranoides* Lamx.

L. ceranoides, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 272 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV. Sect. I, p. 91

L. viscida var. ? ceranoides, Hauck Meersalgen p. 65.

Abit. Siracusa e Catania, piuttosto rara; Giardini ed Acireale (Mazza).

69. *Liagora distenta* (Mert.) Ag.

L. distenta, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 272 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 92 — Kg. Spec. Alg. p. 538: Tab. Phyc. VIII, t. 88— Hauck Meersalgen p. 65.

L. ramellosa, Kg. Tab. Phyc. VIII, t. 96.

Abit. Porto di Siracusa, Priolo. Acireale Scalazza (det. Piccone). Pachino, Siracusa, Catania: esemplari dell' Erb. Tornabene.

CHAETANGIACEAE Schmitz.

Scinaja Bivona.

70. *Scinaja furcellata* (Turn.) Bivona

Sc. furcellata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 269 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 104.

Ginannia furcellata, Kg. Spec. Alg. p. 715: Tab. Phyc. XVI, t. 68, f. II.
Halymenia furcellata, I. Ag. Alg. medit. p. 98 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 158 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 395.
Abit. Comune ovunque.

SPERMOTHAMNIACEAE

Spermothamnion Aresch.

71. *Spermothamnion irregulare* (I. Ag.) Ardiss.

Sp. irregulare, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 304—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1264.
Callithamnion irregulare, I. Ag. Alg. medit. p. 70.
Spermothamnion torulosum, Hauck Mcersalgen p. 45.
Griffithsia ? torulosa, Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 426.
Abit. Siracusa, alla Lanterna.

Bornetia Thur.

72. *Bornetia secundiflora* (I. Ag.) Thur.

B. secundiflora, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 308—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1295 — Hauck Macrsalgen p. 49, f. 13.
Griffithsia secundiflora, I. Ag. Alg. medit. p. 75 — Kg. Spec. Alg. p. 660: Tab. Phyc. XII, t. 22, f. a-b.
Gr. cymiflora, Kg. Tab. Phyc. XII, t. 22, f. c-d.
Abit. Siracusa e Messina.

GELIDIACEAE Harv. (excl. p.)

Gelidium Lamx.

73. *Gelidium corneum* (Huds) Lamx.

G. corneum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 285 — I Ag. Alg. medit. p. 102.
Abit. comune ovunque.

74. *Gelidium crinale* (Turn.) Lamx.

G. crinale, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 290 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 146.
Acrocarpus crinalis, Kg. Spec. Alg. p. 761: Tab. Phyc. XVIII, t. 33, a-c.
Acr. lubricus, Kg. Spec. Alg. p. 762.
Acr. spinescens, corymbosus, spathulatus, Kg. l. c.
Abit. Catania, alla Plaia.

PTEROCLADIA J. Ag.

75. *Pterocladia capillacea* (Gm.) Bornet.

Pter. capillacea, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 162.
Gelidium capillaceum, Kg. Tab. Phyc. XVIII, p. 18, t. 53 — Hauk Meersalgen p. 190, f. 82, a-c.
Gel. corneum var. pinnatum, Kg. Spec. Alg. p. 764 : Tab. Phyc. XVIII, t. 50, f. d-f. — Ardiss. Phyc. medit. I, p. 285.

Abit. Siracusa e Catania. Messina, Riposto, Acireale, Catania, Siracusa (Mazza).

CAULACANTHUS Kg.

76. *Caulacanthus ustulatus* (Mert.) Kg.

C. ustulatus, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 293 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 141 — Hauck Meersalgen p. 197, f. 85.
Gelidium ustulatum, I. Ag. Alg. medit. p. 102.
Caulacanthus fastigiatus, Kg. Spec. Alg. p. 753: Tab. Phyc. XVIII, t. 8, f. 3.

Abit. Porto di Siracusa ; Catania, a S. Giovanni dei Cuti in maggio.

WRANGELIACEAE Harv.

WRANGELIA Ag.

77. *Wrangelia penicillata* Ag.

W. penicillata, Ardiss. Phyc. med. I, p. 312 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 135 — Kg. Spec. Alg. p. 664 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 511.
W. verticillata, Kg. Spec. Alg. p. 664 — Ardiss. e Straff. l. c. N. 512 — Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. 22.

Abit. Porto di Siracusa: Catania, alla Plaia

HYPNEACEAE I. Ag.

HYNEA Lamx.

Hypnea musciformis (Wulf.) Lamx.

H. musciformis, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 281—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. II, p. 472 — Kg. Spec. Alg. p. 758 : Tab. Phyc. XVIII, t. 19,

f. a-c. — Hauck Meersalgen p. 188, f. 81 — I. Ag. Alg. Medit. p. 150 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 489 — Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 20.

H. Rissoana — I. Ag. Alg. medit. p. 150 — Kg. Spec. Alg. p. 758: Tab. Phyc. XVIII, t. 19, f. f-i.

H. denudata, Kg. Tab. Phyc. XVIII, p. 9, t. 21, f. II.

Abit. Comune ovunque.

LAURENCIACEAE Harv. (excl. p.)

Laurencia Lamx.

79. *Laurencia obtusa* Lamx.

L. obtusa, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 326 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV Sect. III, p. 791 — Kg. Spec. Alg. p. 854: Tab. Phyc. XV. t. 54-55.

Abit. Capo Passero (Tornabene), Siracusa, Catania, Taormina (Spinelli); Alì, Messina (Tornabene).

80. *Laurencia paniculata* I. Ag.

L. paniculata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 328 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 788 — Hauck Meersalgen p. 206.

L. glandulifera, Kg. Spec. Alg. p. 855: Tab. Phyc. XV, t. 59, f. c-d.

L. patentiramea, Kg. Spec. Alg. p. 854: Tab. Phyc. XV, t. 59, f. a-b.

L. thuyoides, Kg. Tab. Phyc. XV, t. 74, f. a-b.

Abit. Porto di Siracusa e di Catania, in luglio. Messina (Mazza).

81. *Laurencia papillosa*, Grev.

L. papillosa, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 330 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 789 — Hauck Meersalgen p. 207 — Kg. Spec. Alg. p. 655: Tab. Phyc. XV, t. 62 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 525.

L. cyanosperma, Kg. Spec. Alg. p. 855.

L. tyrsoides, Kg. Spec. Alg. p. 855.

Abit. Frequente ovunque.

82. *Laurencia pinnatifida* (Gm.) Lamx.

L. pinnatifida, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 331 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 798 — Kg. Spec. Alg. p. 856: Tab. Phyc. XV, t. 66, f. a-c — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 527.

Abit. Porto di Siracusa. Messina (Mazza).

L. pinn. var. Osmunda I. Ag.

L. pinn. var. Osmunda, De Toni Syll. Alg. Vol. IV. Sect. III, p. 799 — Ardiss. Phyc. medit. I, p. 332—Kg. Spec. Alg. p. 856: Tab. Phyc. XV, t. 66, f. f.

Abit. Porto di Siracusa. Messina, Riposto, Acireale (Mazza).

RHODOMELACEAE Harv.

I. CHONDRIOPSIDEAE I. Ag.

CHONDRIOPSIS I. Ag.

83. *Chondriopsis coerulescens* (Crouan) I. Ag.

Ch. coerulescens, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 345 — Langenbach Meersalg. Insel Siz. und Pant. p. 20.

Chondria coerulescens, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 843.

Laurencia dasyphylla, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 196.

Abit. Porto di Siracusa. Catania, Acireale, Messina (Mazza).

ACANTOPHORA Lamx.

84. *Acanthophora Delilei* Lamx.

A. Delilei, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 351 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 819 — Kg. Spec. Alg. p. 858 : Tab. Phyc. XV, t. 75, f. a-c—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 201.

Abit. Siracusa, Catania e Messina, in luglio.

II. ALSIDIEAE I. Ag.

ALSIDIUM Ag.

85. *Alsidium corallinum* Ag.

Al. corallinum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 353—De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 860 — Kg. Spec. Alg. p. 843 : Tab. Phyc. XV, t. 33, f. a-b — Hauck Meersalgen p. 213, f. 92.

Abit. Catania, Siracusa, Messina.

DIGENEA Ag.

86. *Digenea simplex* (Wulf.) Ag.

D. simplex, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 356 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 963 — I. Ag. Alg. medit. p. 147 — Hauck Meersalgen p. 215, f. 93.

D. Wulfeni, Kg. Spec. Alg. p. 841 : Tab. Phyc. XV, t. 28, f. a-e.
D. Vieillardi, Kg. Tab. Phyc. XV, t. 28, f. f-l.

Abit. Abbastanza comune a Siracusa, Augusta, Catania, Messina (Tornabene). Si trova fra i rifiuti del mare, sempre colla *Iania rubens* e con altre alghe. Qualche mio esemplare raggiunge dimensioni ragguardevoli. Il colore varia dal purpureo al nerastro.

III. Polysiphonieae I. Ag.

Polysiphonia Grev.

I. Ptilosiphonia, I. Ag.

87. *Polysiphonia pennata* (Roth.) I. Ag.

P. pennata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 365 — I. Ag. Alg. medit. I, p. 141— Kg. Spec. Alg. p. 803: Tab. Phyc. XIII, t. 23, f. e-f — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 179 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 535 — Hauck Meersalgen p. 238.
P. pinnulata, Kg. Spec. Alg. p. 803 : Tab. Phyc. XIII, t. 23, f. 1.
Pterosiphonia pennata, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 998.

Abit. Porto di Siracusa, in settembre.

88. *Polysiphonia tenella* (Ag.) I. Ag.

P. tenella, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 367 — I. Ag. Alg. medit. p. 123—Kg. Spec. Alg. p. 805 : Tab. Phyc. XIII, t. 30, f. d-e — Hauck Meersalgen p. 239.
Herposiphonia tenella, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1051.

Abit. Insieme ad altre alghe, a Catania in settembre.

89. *Polysiphonia secunda* (Ag.) Zanard.

P. secunda, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 368 — I. Ag. Alg. medit. p. 122 — Kg. Spec. Alg. p. 804 : Tab. Phyc. XIII, t. 30, f. a-c — Hauck Meersalgen p. 240.
Herposiphonia secunda, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1052.

Abit. Porto di Siracusa, in settembre : Riposto (Mazza).

II. Herposiphonia I. Ag. (mut. limit.)

90. *Polysiphonia obscura* (Ag.) I. Ag.

P. obscura, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 369 — I. Ag. Alg. medit. p. 123 —

Kg. Spec. Alg. p. 808 : Tab. Phyc. XIII, t. 40, f. a-b — Hauck Meersalgen p. 244.

Lophosiphonia obscura, De Toni Syll. Alg. Vol. IV Sect. III, p. 1069.

Polysiphonia adunca, Kg. Spec. Alg. p. 808 : Tab. Phyc. XIII, t. 40, f. c-e.

Abit. Catania alla Plaia.

III. POLYSIPHONIA, I. Ag.

91. *Polysiphonia fruticulosa* (Wulf.) Spr.

P. fruticulosa, Ardiss. Phyc. medit, I, p. 392 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 950 — Kg. Spec. Alg. p. 836 : Tab. Phyc. XIV, t. 28, f. e-g. Hauck Meersalgen p. 241, f. 99.

P. Wulfeni, I. Ag. Alg. medit. p. 144—Kg. Spec. Alg. p. 836 : Tab. Phyc. XIV, t. 28, f. a-d.

P. Mantensiana, Kg. Spec. Alg. p. 836 : Tab. Phyc. XIV, t. 29, f. a-c.

P. cymosa, Kg. Spec. Alg. p. 837; Tab. Phyc. XIV, t. 30, f. a-d.

P. pycnophlaea, Kg. Spec. Alg. p. 837 : Tab. Phyc. XIV, t. 30, f. e-g.

P. comatula, Kg. Spec. Alg. p. 837 : Tab. Phyc. XIV, t. 31, f. a-c.

P. humilis, Kg. Spec. Alg. p. 837 : Tab. Phyc. XIX, t. 29, f. d-g.

Abit. Comune ovunque.

IV. OLIGOSIPHONIA.

92. *Polysiphonia elongata* (Huds.) Harv.

P. elongata, Ardiss. Phyc. med. I, p. 416 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 903—Kg. Spec. Alg. p. 828: Tab. Phyc. XIV, t. 4.— Hauk Meersalgen p. 227.

P. stenocarpa, Kg. Spec. Alg. p. 830: Tab. Phyc. XIV, t. 11, f. d-f.

P. chalophloea, Kg. Spec. Alg. p. 831 : Tab. Phyc. XIV, t. 12, f. d-f.

P. clavigera, Kg. Spec. Alg. p. 831 : Tab. Phyc. XIV, t. 14, f. a-d.

P. Lyngbyei, Kg. Spec. Alg. p. 830.

P. strictoides, Kg. Tab. Phyc. XIV, t. 10, f. a-d.

P. Ruchingeri, I. Ag. Alg. medit. p. 136 — Kg. Spec. Alg. p. 829: Tab. Phyc. XIV, t. 6, f. a-d.

P. arborescens, *trichodes*, *robusta*, *macroclonia*, *expansa*, *tenuis*, *luxurians*, *commutata*, *haematites*, *laxa*, Kg. Spec. Alg. e Tab. Phyc.

Abit. Catania.

Rytiphlaea Ag.

93. *Rytiphlaea pinastroides* (Gm.) Ag.

R. pinastroides, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 421 — I. Ag. Alg. medit. p. 145— Kg. Spec. Alg. p. 845 : Tab. Phyc. XV, t. 13, f. e-i—Hauck Meersalgen p. 247 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 574 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 194.

R. rigidula, Kg. Spec. Alg. p. 845 : Tab. Phyc. XV, t. 13, f. a-d.

R. seminuda, Kg. Tab. Phyc. XV, p. 6, t. 14, f. a-c.

R. semicristata, I. Ag. Alg. medit. p. 145 — Kg. Spec. Alg. p. 845.

Abit. Porto di Siracusa.

94. *Rytiphlaea tinctoria* (Clem.) Ag.

R. tinctoria, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 422 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1095 — I. Ag. Alg. medit. p. 145 — Kg. Spec. Alg. p. 845 : Tab. Phyc. XV, 13, f. e-i. — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 194.

R. semicristata, I. Ag. Alg. medit. p. 145.

Abit. Comune ovunque.

Vidalia I. Ag.

95. *Vidalia volubis* (L.) I. Ag.

V. volubis, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 424 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1101 -- Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 575 — Hauck Meersalgen p. 250, f. 101.

Dictyomenia volubilis, Ag. Alg. medit. p. 146 : Kg. Spec. Alg. p. 847 : Tab. Phyc. XIV, t. 98 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 195.

Abit. Abbastanza frequente ovunque.

IV. Dasyeae I. Ag.

Dasya Ag.

96. *Dasya rigidula* (Kg.) Ardiss.

D. rigidula, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 428 — De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. III, p. 1206.

Eupogonium rigidulum, Kg. Spec. Alg. p. 798 : Tab. Phyc. XIV, t. 85, f. c-d.

E. squarrosum, Kg. Spec. Alg. p. 798: Tab. Phyc. XIV, t. 85, f. a-b.
Dasya arbuscula f. villosa, Hauck Meersalgen p. 252, in parte.
Abit. L' unico esemplare che possiedo fu raccolto a Catania.

PORPHYRACEAE Rabenh.

PORPHYRA Ag.

97. *Porphyra leucosticta* Thur.

P. leucosticta, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 468 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 384.
P. atropurpurea, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 17.
P. vulgaris, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 136.
Abit. Porto di Siracusa e d'Augusta. Messina e Catania (Mazza).

98. *Porphyra laciniata* (Lightf.) Ag.

P. laciniata, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 469 — Kg. Spec. Alg. p. 692: Tab. Phyc. XIX, t. 79, f. c-e?
Wildemania? laciniata, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 20.
Abit. Piuttosto frequente a Siracusa, Catania e Messina. Acireale e Riposto (Mazza).

BANGIA Lyngb.

99. *Bangia fusco-purpurea* (Dillw.) Lyngb.

B. fusco-purpurea, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 471: Enum. Alg. Sicil. N. 138: Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 386 — Kg. Spec. Alg. p. 360: Tab. Phyc. III, t. 29, VI.
B. atropurpurea Subsp. B. fusco-purpurea, De Toni Syll. Alg. Vol. IV, Sect. I, p. 11.
B. sicula, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 137.
Abit. Siracusa, Catania, Messina, sugli scogli a fior d'acqua.

GONIOTRICHUM Kg.

100. *Goniotrichum dichotonum* Kg.

G. dichotonum, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 474 — Kg. Spec. Alg. p. 358: Tab. Phyc. III, 27, I.
Abit. Sull' *Halyseris polypodioides*, a Siracusa e ad Acicastello.

FUCOIDEAE (Ag.) I. Ag.

SARGASSACEAE (Decne) Kg.

SARGASSUM Ag.

101. *Sargassum Hornschuchii*, Ag.

S. Hornschuchii, Ardiss. Phyc. medit. II., p. 19—De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 68 — Hauck Meersalgen, p. 301 — Menegh. Alg. ital. e dalm. p. 9, t. I, f. I — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 160.
Stichophora Hornschuchii, Kg. Tab. Phyc. X, t. 71 ?
Abit. Abbastanza frequente ovunque.

102. *Sargassum linifolium* (Turn.) Ag.

S. linifolium, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 15 : Enum. Alg. Sicil. N. 110.
S. Donati, Kg. Tab. Phyc. XI, t. 23 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 90.
S. linifolium var. Donati, Menegh. Alg. ital. e dalm. p. 27.
Abit. Catania, ad Ognina; Acireale, in giugno.

CYSTOSEIRA Ag.

103. *Cystoseira opuntioides*, Bory

C. opuntioides, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 40 — Valiante Monograph. die Cystos. p. 23, t. XIV — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 162.
Phyllacantha opuntioides, Kg. Spec. Alg. p. 598.
Carpodesmia opuntioides, Kg. Tab. Phyc. X, t. 35, f. I.
Abit. Porto di Siracusa e di Catania, in maggio ; Taormina e Messina, in luglio.

105. *Cystoseira selaginoides* (Wulf.) Nacc.

C. selaginoides, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 33 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 164 — Valiante, Monograf. die Cystos. p. 19, t. 10-11.
Halerica selaginoides, Kg. Spec. Alg. p. 595 : Tab. Phyc. X, t. 42, f. I.
Hal. vulpina, — Kg. Spec. Alg. p. 595; Tab. Phyc. X, t. 42, f. II.
Hal. tenuis, Kg. Spec. Alg. p. 595 : Tab. Phyc. X, t. 43, f. II.
Hal. sedoides, Kg. Spec. Alg. p. 595 : Tab. Phyc. X, t. 41, f. II.
Treptacantha Turneri, Kg. Spec. Alg. p. 594 : Tab. Phyc. X, t. 28, f. I.
Abit. Porto di Siracusa e di Catania, in aprile : Taormina, in

luglio. Porto d' Augusta (esemplari raccolti dal Prof. Baccarini, determinati dal Prof. Piccone).

105. *Cystoseira amentacea*, Bory.

C. amentacea, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 35 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 166 — Menegh. Alg. ital. e dalm. p. 47, t. 2, f. 2 — Valiante Monograph. die Cystos. p. 20, t. 9 — Hauck Meersalgen p. 295.
Halerica amentacea, Kg. Spec. Alg. p. 594 : Tab. Phyc. X, t. 40.
Hal. lupulina, Kg. Spec. Alg. p. 595 : Tab. Phyc. X, t. 41, f. I.
Abit. Frequente lungo tutta la costa orientale.

106. *Cystoscira crinita*, (Desf.) Duby

C. crinita, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 32 — De Toni Syll. Alg. Vol. III p. 168 — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 158—Kg. Spec. Alg. p. 601: Tab. Phyc. X, t. 53, f. I—Hauck Meersalgen p. 296—Valiante Monograph. die Cystos. p. 18. t. 8.
C. flaccida, Kg. Spec. Alg. p. 601 : Tab. Phyc. X, t. 53, f. II.
C. squarrosa, Kg. Spec. Alg. p. 601 : Tab. Phyc. X, t. 54.
C. robusta, Kg. Spec. Alg. p. 601.
Abit. Comune ovunque.

107. *Cystoseira abrotanofolia*, Ag.

C. abrotanifolia, De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 172—Kg. Spec. Alg. p. 600: Tab. Phyc. X, t. 47, f. I -- Menegh. Alg. ital. e dalm. p. 92 — Hauck Meersalgen p. 298—Valiante Monograph. die Cystos. p. 14,t. 4.
C. fimbriata, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 23 — Kg. Spec. Alg. p. 601.
C. elata, Kg. Spec. Alg. p. 600 : Tab. Phyc. X, t. 47, f. II.
C. divaricata, Kg. Spec. Alg. p. 600 : Tab. Phyc. X, t. 49, f. e-f.
C. patentissima, Kg. Spec. Alg. p. 600.
C. filicina, Kg. Spec. Alg. p. 601.
C. glomerata, Kg. Spec. Alg. p. 601 : Tab. Phyc. X, t. 49, f. I.
C. squarrosa, Kg. Tab. Phyc. X, t. 48, f. I.
C. leptocarpa, Kg. Spec. Alg. p. 559 : Tab. Phyc. X, t. 46, f. II.
Abit. Porto di Siracusa, in maggio.

DICTYOTACEAE (Lamour.) Zanard.

ZONARIA (Droparn. 1801) I. Ag.

108. *Zonaria flava* (Clem.) Ag.

Z. flava, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 490 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 230 — Menegh. Alg. ital. e dalm. p. 235, t. IV, f. 4.

Stypopodium flavum, Kg. Spec. Alg. p. 563.
Phycopteris Tournefortii, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 65, f. I.
Ph. cornea, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 66, f. III?
Ph. dentata, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 65 f. II.

Abit. Catania, alla Plaia; Acicastello, in luglio. Capo Passero, Augusta, Catania, Acitrezza, Acireale, Messina (Tornabene): Riposto (Mazza).

Taonia I. Ag.

109. *Taonia Atomaria* (Good. et Woodw) I. Ag.

T. Atomaria, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 483—De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 241 — Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 14.
Dictyota Atomaria, Menegh. Alg. Ital. e dalm. p. 229.
Stypopodium Atomaria, Kg. Spec. Alg. p. 563: Tab. Phyc. IX, t. 61.
St. flavum, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 62.
St. attenuatum, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 63.
Dictyota denticulata, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 28.

Abit. Comune nel porto di Siracusa, di Catania, ad Acitrezza Acireale e a Messina, in luglio.

Padina Adans.

110. *Padina pavonia* (L.) Lamour.

Pad. Pavonia, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 496 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 243 — Hauck Meersalgen p. 309 — Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 14.
Zonaria Pavonia, Kg. Spec. Alg. p. 565: Tab. Phyc. IX, t. 70—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 100.
Padina neapolitana, *Pad. anglica*, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 70.

Abit. Comunissima ovunque.

Halyseris Targ. Tozz.

111. *Halyseris polypodioides*, (Desf.) Ag.

H. polypodioides, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 448—De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 254 — Menegh. Alg. Ital. e dalm. p. 252—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 98 — Kg. Spec. Alg. p. 261: Tab. Phyc. IX, t. 53, f. I.

Abit. Abbastanza frequente nel porto di Siracusa, a Catania, (Ognina e Capo Mulini), ad Acicastello, Acitrezza, Acireale, Taormina, Riposto e Messina.

DICTYOTA Lamour.

112. *Dictyota dichotoma* (Huds.) Lamour.

D. dichotoma, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 478—De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 263 — Kg. Spec. Alg. p. 554 : Tab. Phyc. IX, t. 10, f. I—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 94—Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. N. 389.
D. vulgaris, Kg. Spec. Alg. p. 553 : Tab. Phyc. IX, t. 10, f. II.
D. latifolia, Kg. Tab. Phyc. IX, p. 6, t. 12, f. I.
D. volubilis, Kg. Spec. Alg. p. 554: Tab. Phyc. IX, t. 13.
D. elongata, Kg. Tab. Phyc. IX, p. 6, t. 11, f. II.
D. attenuata, Kg. Tab. Phyc. IX, p. 6, t. 11, f. I.
D. acuta, Kg. Spec. Alg. p. 555 : Tab. Phyc. IX, t. 13.

Abit. Abbastanza frequente ovunque; non tanto comune è la forma *latifolia* (Kg.)

113. *Dictyota ligulata*, Kg.

D. ligulata, De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 271 — Kg. Spec. Alg. p. 554 : Tab. Phyc. IX, t. 18.

Abit. Catania alla Plaia (esemplare raccolto dal Prof. Baccarini, determinato dal Prof. Piccone).

114. *Dictyota linearis* (Ag.) Grev.

D. linearis, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 481 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 275 — Kg. Tab. Phyc. IX, t. 21—Langenbach Meersalg. Inseln Siz. und Pant. p. 14.
D. angustissima, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 21, f. 4.
D. divaricata, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 23, f. I.

Abit. Porto di Catania (esemplare raccolto dal Prof. Baccarini determinato dal Prof. Piccone). Messina (Spinelli).

115. *Dictyota Fasciola* (Roth.) Lamx.

D. Fasciola, Ardiss. Phyc. medit. I, p. 480 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 277 — Kg. Spec. Alg. p. 555 : Tab. Phyc. IX, t. 22.
D. abyssinica, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 21, f. III.
D. affinis, Kg. Spec. Alg. p. 554.
D. denticulata, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 28, f. I.
D. spinigera, Kg. Tab. Phyc. IX, t. 22, f. II.

Abit. Porto di Siracusa e di Catania. Acireale (esemplari raccolti dal Prof. Baccarini, determinati dal Prof. Piccone).

CUTLERIACEAE Zanard.

ZANARDINIA Nardo

116. *Zanardinia collaris* (Ag.) Crouan.

Z. collaris, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 56 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 305 — Hauck Meersalgen p. 408.
Zonaria collaris, Kg. Spec. Alg. p. 565.
Z. umbilicalis, Kg. Tab. Phyc. IX, p. 31, t. 77, f. I.
Z. Squamaria var. lacerata, Nacc. Algol. adriat. p. 81.
Peyssonellia umbilicata, Kg. Tab. Phyc. XIX, p. 32, t. 89, f. II.
Cutleria adspersa, Menegh. Alg. ital. e dalm. p. 206.
Spatoglossum Spanneri, Kg. Spec. Alg. p. 560 : Tab. Phyc. IX, t. 47, f. II.
Sp. flabelliforme, Kg. Spec. Alg. p. 560 : Tab. Phyc. IX, t. 47, f. I.

Abit. Catania, a S. Giovanni dei Cuti, in marzo e in dicembre. Riposto ed Acireale (Mazza).

CHORDARIACEAE (Ag.) Zanard.

MESOGLOIA Ag.

117. *Mesogloja vermiculata*, Le Iol.

M. vermiculata, Ardiss. Phyc. medit. II. p. 103—De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 425 — Hauck Meersalgen p. 363.
M. vermicularis var. septentrionalis, Kg. Spec. Alg. p. 545.

Abit. Acireale (esemplari raccolti dal Prof. Baccarini, determinati dal Prof. Piccone). Messina, in luglio. (Spinelli).

ENCOELIACEAE (Kg.) Kjellm.

PUNCTARIA Grev.

118. *Punctaria latifolia* Grev.

P. latifolia, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 115 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 474 — Hauck Meersalgen p. 371.
P. debilis, Kg. Tab. Phyc. VI, t. 46, 47, f. I.

Abit. Porto di Siracusa, sugli scogli poco sommersi, in aprile: Messina ed Acireale (Mazza).

SCYTOSIPHON

119. *Scytosiphon lomentarius* (Lyngb.) I. Ag.

Sc. lomentarius, Ardiss. Phyc. med. II, p. 117 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 485 — Hauck Meersalgen p. 396.
Chorda Filum var. lomentaria, Kg. Spec. Alg. p. 548 : Tab. Phyc. VIII, t. 14, f. c c'.
Ch. Filum var. fistulosa, Kg. Spec. Alg. p. 548 : Tab. Phyc. VIII, t. 14, d-e, e t. 15 d-e.
Abit. Abbastanza comune ovunque.

PHYLLITIS Kg.

120. *Phyllitis Fascia*, Kg.

Ph. Fascia, De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 487 — Hauck Meersalgen p. 391.
Ph. Fascia f. coespitosa, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 120.
Phycolapathum cuneatum, Kg. Spec. Alg. p. 483 : Tab. Phyc. VI, t. 49.
Abit. Porto di Siracusa: Catania (Cosentini).

COLPOMENIA Derb. et Sol.

121. *Colpomenia sinuosa* (Roth.) Derb. et Sol.

C. sinuosa, De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 489.
Hydroclathrus sinuosus, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 123 — Hauck Meersalgen p. 393.
Asperococcus sinuosus, Menegh. Alg. ital. e dalm. p. 168.
Encoelium sinuosum, Kg. Spec. Alg. p. 552 : Tab. Phyc. IX, t. 8.
Enc. vesicatum, Kg. Spec. Alg. p. 552.
Abit. Siracusa, Catania, Acicastello, Acitrezza. Acireale, Messina (Mazza).

ASPEROCOCCUS Lamour.

122. *Asperococcus bullosus*, Lamour.

A. bullosus, Ardiss. Phych. medit. II, p. 134 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 493 — Hauck Meersalgen p. 338.
Encoelium bullosum, Kg. Spec. Alg. p. 552: Tab. Phyc. IX, t. 7, f. I.
Enc. tenue, Kg. Spec. Alg. p. 552.
Enc. utriculare, Kg. Spec. Alg. p. 552.
Abit. Porto di Siracusa.

123. *Asperococcus compressus* Griff.

A. compressus, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 135—De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 494—Hauck Meersalgen p. 389 — Menegh. Alg. ital. e dalm. p. 164.

Haloglossum Griffithsianum, Kg. Spec. Alg. p. 561 : Tab. Phyc. IX, t. 52.

Abit. Porto di Siracusa, Catania ad Ognina. Acireale (Mazza).

SPHACELARIACEAE (Decne) Kg.

Sphacelaria Lyngb.

124. *Sphacelaria tribuloides*, Menegh.

Sph. tribuloides, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 88—De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 502 — Menegh. Alg. ital. e dalm. p. 336—Kg. Spec. Alg. p. 464: Tab. Phyc. V, t. 89, f. II — Hauck Meersalgen p. 343.

Sph. rigida, Kg. Spec. Alg. p. 465; Tab. Phyc. V, t. 90, f. I.

Sph. brachygonia, Kg. Spec. Alg. p. 464.

Sph. fulva, Kg. Spec. Alg. p. 464 : Tab. Phyc. V, t. 91, I.

Abit. Lido di Catania. L' unico esemplare trovato dal Cosentini, non porta alcuna indicazione di località.

125. *Sphacelaria cirrosa* (Roth.) Ag.

Sph. cirrosa, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 90—De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 503—Kg. Spec. Alg. p. 464 : Tab. Phyc. V, t. 88, f. II—Hauck Meersalgen p. 344.

Sph. fusca, Kg. Spec. Alg. p. 464.

Sph. rizophora, Kg. Spec. Alg. p. 463 : Tab. Phyc. V, t. 89, f. I.

Sph. irregularis, Kg. Spec. Alg. p. 465 : Tab. Phyc. V, t. 91, III.

Stypocaulon bipinnatum, Kg. Tab. Phyc. V, p. 29.

Abit. Porto di Siracusa : di questa specie raccolsi un solo piccolo esemplare in aprile.

Cladostephus Ag.

126. *Cladostephus verticillatus*, (Lightf.) Ag.

Cl. verticillatus, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 94—De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 513 — Hauck Meersalgen p. 350.

Cl. Myriophyllum, Kg. Tab. Phyc. VI, p. 5, t. 9.

Cl. spongiosus, Kg. Spec. Alg. p. 469: Tab. Phyc. VI, t. 2.
Cl. tomentosus, Kg. Spec. Alg. p. 469.
Abit. Porto di Siracusa e d' Augusta: Acitrezza, Messina.

HALOPTERIS Kg.

127. *Halopteris filicina* (Grat.) Kg.

Hal. filicina, De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 515 — Kg. Spec. Alg. p. 462: Tab. Phyc. V, t. 85, f. I — Hauck Meersalgen p. 347 — Ardiss. Phyc. medit. II, p. 87 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 53.
Abit. Catania, alla Plaia, in giugno. Catania e Messina (Mazza).

STYPOCAULON Kg.

128. *Stypocaulon scoparium*, (L.) Kg.

St. scoparium, De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 518 — Kg. Spec. Alg. p. 466: Tab. Phyc. V, t. 96.
Sphacelaria scoparia, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 86—Hauck Meersalgen p. 347.
Sph. scoparioides, Kg. Spec. Alg. p. 465.
Sph. firmula, Kg. Spec. Alg. p. 464.
Abit. Abbastanza frequente ovunque.

ECTOCARPACEAE (Ag.) Kg.

ECTOCARPUS Lyngb.

129. *Ectocarpus paradoxus* Mont.

Ec. paradoxus, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 73 — De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 541.
Ec. caespitulus, I. Ag. Alg. Medit. p. 26 — Kg. Spec. Alg. p. 455: Tab. Phyc. V, t. 62, f. II — Hauck Meersalgen p. 327.
Abit. Acitrezza, sulla *Cystoseira amentacea.*

130. *Ectocarpus siliculosus* (Dilw.) Lyngb.

Ec. siliculosus, De Toni Syll. Alg. Vol. III, p. 549 — Kg. Spec. Alg. p. 451: Tab. Phyc. V, t. 53, f. I — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 52.
Ec. gracillimus, Kg. Spec. Alg. p. 453: Tab. Phyc. V, t. 58, f. I.
Ec. corymbosus, Kg. Spec. Alg. p. 453: Tab. Phyc. V, t. 59, f. I.
Ec. spalatinus, Kg. Spec. Alg. p. 455: Tab. Phyc. V, t. 63, f. II.
Abit. Catania, alla lanterna, sullo *Scytosiphon lomentarius.*

CLOROPHYCEAE (Kg. ex parte) Wittr.

ULVACEAE (Lamour.) Rabenh.

ULVA I. Ag.

131. *Ulva lactuca* L.

U. Lactuca, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 193 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 111 — Hauck Meersalgen p. 435.
Ulva Lactuca b. latissima, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 194.
Abit. Comune ovunque.

ENTEROMORPHA Linck.

132. *Enteromorpha flexuosa* (Wulf.) I. Ag.

E. flexuosa, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 204 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 121.
E. Juergensii, Kg. Spec. Alg. p. 481 : Tab. Phyc. VI, t. 43, f. 3 ?—Hauck Meersalgen, p. 433.
E. fulvescens, Kg. Tab. Phyc. VI, t. 42.
Abit. Acitrezza, in marzo.

133. *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link.

E. intestinalis, De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 123 — Kg. Spec. Alg. p. 478 : Tab. Phyc. VI, t. 31 — Hauck Meersalgen p. 426.
E. spermatoidea, Kg. Tab. Phyc. VI, t. 32, n. 4.
Ulvo Enteromorpha var. intestinalis, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 198.
Abit. Abbastanza frequente.

134. *Enteromorpha Linza* (L.) I. Ag.

E. Linza, De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 124 — Hauck Meersalgen p. 427.
Phycoseris crispata, Kg. Spec. Alg. p. 476 : Tab. Phyc. VI, t. 17.
Ulva Enteromorpha var. lanceolata, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 196.
Phycoseris lanceolata, Kg. Spec. Alg. p. 475 : Tab. Phyc. VI, t. 17.
Ph. smaragdina, olivacea; Kg. Spec. Alg. p. 476 : Tab. Phyc. VI, t. 19.

Ph. planifolia, Kg. Spec. Alg. p. 476 : Tab. Phyc. VI, t. 18.
Abit. Abbastanza frequente ovunque, anche nelle forme *lanceolata e crispata.*

135. *Enteromorpha compressa* (L.) Grev.

E. compressa, De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 126—Kg. Tab. Phyc. VI, t. 38 — Hauck Meersalgen p. 428—Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 64.
E. complanata, Kg. Tab. Phyc. VI, t. 39.
Ulva Enteromorpha var. compressa, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 198.
Abit. Comune ovunque.

CLADOPHORACEAE (Hassal) Wittr.

Chaetomorpha Kg.

136. *Chaetomorpha crassa* (Ag.) Kg.

Ch. crassa, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 213 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 270. — Kg. Spec. Alg. p. 379 : Tab. Phyc. III, t. 59— Hauck Meersalgen p. 439 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 36.
Ch. torulosa, Kg. Spec. Alg. p· 380 : Tab. Phyc. III, t. 61.
Abit. Porto di Siracusa, all' « Isola », in luglio ; porto di Catania, in agosto. Acireale alla « Scalazza » (Esemplari raccolti dal Prof. Baccarini e determinati dal Prof. Piccone).

137. *Chaetomorpha aërea* (Dillw.) Kg.

Ch. aërea, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 215 — De Toni, Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 272 — Kg. Spec. Alg. p. 379 : Tab. Phyc. III, t. 59 — Hauck Meersalgen p. 438.
Ch. princeps, Kg. Spec. Alg. p. 380 : Tab. Phyc .III, t. 59.
Ch. vasta, Kg. Spec. Alg. 378 : Tab. Phyc. III, t. 56.
Ch. variabilis, Kg. Spec. Alg. p. 378 : Tab. Phyc. III, t. 55.
Ch. urbica, Kg. Spec. Alg. p. 377 : Tab. Phyc. III, t. 54.
Ch. gallica, Kg. Spec. Alg. p. 378 : Tab. Phyc. III, t. 57, f. 3.
Ch. Dubyana, Kg. Spec. Alg. p. 378 : Tab. Phyc. III, t. 57, f. I
Ch. herbacea, Kg. Spec. Alg. p. 378 : Tab. Phyc. III, t. 57, f. I.
Abit. Abbastanza frequente ovunque.

Cladophora Kg.

138. *Cladophora catenata* (Ag.) Ardiss.

Cl. catenata, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 226 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 307 — Hauck Meersalgen p. 451.

Cl. prolifera var. flaccida, Kg. Spec. Alg. p. 390.
Abit. Catania, alla Plaia, in maggio.

139. *Cladophora gracilis* (Griff.) Kg.

Cl. gracilis, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 239—De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 322 — Kg. Spec. Alg. p. 403 : Tab. Phyc. IV, t. 23, f. 2. — Hauck Meersalgen p. 457.
Cl. vadorum, Kg. Spec. Alg. p. 402 : Tab. Phyc. IV, t. 20, f. I.
Abit. Porto d' Augusta.

140. *Cladophora Echinus* (Bias.) Kg.

Cl. Echinus, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 221 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 343 — Kg. Spec. Alg. p. 414 : Tab. Phyc. IV, t. 62, f. I — Hauck Meersalgen p. 448, f. 197.
Abit. Acireale : leg. Prof. Lopriore.

VALONIA Gin.

141. *Valonia utricularis* Ag.

V. utricularis, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 163 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 376 — Kg. Spec. Alg. p. 507 : Tab. Phyc. VI, t. 86, 2, b-d — Hauck Meersalgen p. 469.
V. Siphunculus, Kg. Spec. Alg. p. 507 : Tab. Phyc. VI, t. 86, II, a.
V. incrustans, Kg. Spec. Alg. p. 507 : Tab. Phyc. VI, t. 86, f. I.
Abit. Comune ovunque nella 1ª zona di profondità.

142. *Valonia Aegagropila* (Roth. ?) Ag.

V. Aegagropila, De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 377 — I. Ag. Alg. medit. p. 24 — Kg. Spec. Alg. p. 507 : Tab. Phyc. VI, t. 87, f. I.
V. utricularis, forma Aegagropila, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 164 — Hauck Meersalgen p. 469.
Abit. Porto di Siracusa.

VAUCHERIACEAE (Gray) Dumort.

VAUCHERIA D. C.

143. *Vaucheria dichotoma* (L.) Ag. *forma marina*.

V. dichotoma forma marina, De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 395 — Hauck Meersalgen p. 412.

V. submarina, Kg. Spec. Alg. e Tab. Phyc.
V. Pilus, Kg. Tab. Phyc. VI, t. 67. f. 2.
V. bursata var. marina, Kg. Spec. Alg. p. 489.

Abit. Porto d'Augusta.

DASYCLADIACEAE (Endl.) Cramer.

DASYCLADUS Ag.

144. *Dasycladus clavaeformis* (Roth.) Ag.

D. clavaeformis, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 180 —De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 411—Kg. Spec. Alg. p. 508 : Tab. Phyc. IV, t. 91 — Hauck Meersalgen p. 483.

Abit. Siracusa, spiaggia di S. Lucia, in ottobre.

ACETABULARIA (Tourn.) Lamour.

145. *Acetabularia mediterranea* Lamx.

A. mediterranea. Ardiss. Phyc. medit. II, p. 178—De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 420 — Kg. Spec. Alg. p. 510: Tab. Phyc. VI. t. 92, f. 3 — Hauck Meersalgen p. 484.

Abit. Siracusa, spiaggia di S. Lucia, in ottobre, sugli scogli a fior d' acqua.

DERBESIACEAE Thur.

DERBESIA Solier.

146. *Derbesia Lamourouxii* (I. Ag.) Solier.

D. Lamourouxii, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 159 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 424—Hauck Meersalgen p. 476.
Bryopsis Balbisiana, Kg. Spec. Alg. p. 490.
Br. Balbisiana var. Lamourouxii, I. Ag. Alg. medit. p. 18.
Br. Balbisiana var. interrupta, Kg. Tab. Phyc. VI, t. 74, f. 2.
Br. dalmatica, Kg. Tab. Phyc. VI, p. 26, t. 74, f. I.
Br. ligustica, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. p. 19.

Abit. Porto di Siracusa e di Catania.

BRYOPSIDACEAE (Bory) Thur.

BRYOPSIS Lamour.

147. *Bryopsis muscosa* Lamour.

Br. muscosa, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 153 — De Toni Syll. Alg. Vol. I,

Sect. I, p. 435 — I. Ag. Alg. medit. p. 19—Kg. Spec. Alg. p. 493: Tab. Phyc. VI, t. 82, f. I — Hauck Meersalgen p. 474.

Abit. Porto di Siracusa e di Catania: Acicastello, Messina, Acireale (Mazza).

148. *Bryopsis cupressoides* Lamour.

Br. cupressoides, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 155 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 435—Kg. Spec. Alg. p. 492: Tab. Phyc. VI, t. 79, f. I.
Br. plumosa var. Arbuscula, I. Ag. Alg. medit. p. 21.
Br. flagellata, Kg. Tab. Phyc. VI, t. 80, f. 2.
Br. implexa, Hauck Meersalgen p. 473.
Br. thujoides, Kg. Tab. Phyc. VI, t. 78, f. I.
Br. plumosa, var. adriatica, Hauck Meersalgen p. 473.
Br. pseudoplumosa e Br. sicula, Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 74 e 75.

Abit. Abbastanza frequente.

CAULERPACEAE Reichenb.

Caulerpa Lamour.

149. *Caulerpa prolifera* (Forsk.) Lamour.

C. prolifera, Ardiss. Phych. medit. II, p. 166. — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 450.
Phyllerpa prolifera, Kg. Spec. Alg. p. 496: Tab. Phyc. Vol. 7, t. 3.

Abit. Comune ovunque.

SPONCODIACEAE Lamour.

Codium Stackh.

150. *Codium adhaerens* (Cabr.) Ag.

C. adhaerens, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 169 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 489—Kg. Spec. Alg. p. 502: Tab. Phyc. VI, t. 100, f. I — Hauck Meersalgen p. 479 — Ardiss. Alg. Sicil. N. 78.
Codium arabicum, Kg. Tab. Phyc. VI, t, 100, f. 2.

Abit. Porto di Siracusa e di Catania: Messina.

151. *Codium Bursa* (L.) Ag.

C. Bursa, Ardiss. Phyc. medit. II. p. 169 — De Toni Syll. Alg. Vol. I.

Sect. I, p. 490 — Kg. Spec. Alg. p. 502: Tab. Phyc. VI, t. 99, f. I — Hauck Meersalgen p. 479 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. p. 155.

Abit. Comune ovunque.

152. *Codium tomentosum* (Huds.) Stackh.

C. tomentosum, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 170 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 491 — Kg. Spec. Alg. p. 500 (non le var. e i sinon.): Tab. Phyc. VI, t. 94 — Hauck Meersalgen p. 479 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 76.

Abit. Comune ovunque.

153. *Codium elongatum* Ag.

C. elongatum, De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 496 — Kg. Spec. Alg. p. 501 (non le var.): Tab. Phyc. VI, t. 96, b.

C. tomentosum, *var. elongatum*, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 171.

Abit. Comunissimo a Marzamemi.

Non si può considerare questa specie come una forma di passaggio a quella ordinaria del *C. tomentosum* (Huds.) Stack: la fronda compressa, dilatata all' ascella delle ramificazioni dicotomiche, la grandezza delle cellule periferiche, maggiore nel *C. elongatum* che nel *C. tomentosum*, son tali caratteri differenziali che non lasciano dubbio sulla necessità della distinzione fra le due specie. Il *C. tomentosum* non arriva mai ad acquistare le dimensioni del *C. elongatum*, il quale, anche in esemplari giovani, poco sviluppati, presenta sempre la caratteristica dilatazione all' ascella delle ramificazioni, carattere questo, che non dimostra il *C. tomentosum* anche in uno stadio molto evoluto.

Un' osservazione relativa alla distribuzione batimetrica: il *C. elongatum* vegeta nella 1ª zona di profondità, poco sotto al livello dell' acqua. Nulla di preciso si conosce, mi pare, in ordine alla profondità alla quale vive l' alga in parola: il chiar. Signor Rodriguez ne pescò esemplari a 90 e a 100 m. ed il Prof. Piccone, basandosi sulla lunghezza e la consistenza della fronda e sul grado di agitazione del mare, che determinò il distacco della pianta dal corpo sul quale era affissa, credeva di non allontanarsi molto dal vero, supponendo che gli esemplari, trovati galleggianti ad Albissola, vegetassero ad una profondità di 10 metri almeno (1). L' in-

(1) A. Piccone — Noterelle ficologiche: « *Sulla presenza del* C. elongatum Ag. *in Liguria e sulla sua area di distribuzione nel Mediterraneo* » nuova Notarisia 2 marzo 1891.

duzione dell' Illustre Professore potrà pur essere fondatissima, poichè su materiale reietto o allo stato natante non si può dir nulla di sicuro: ho potuto osservare che il *C. elongatum* vegeta anche quasi immediatamente al disotto del livello dell' acqua. In una escursione lungo la spiaggia di Marzamemi, (punta estrema al sud della Sicilia orientale), raccolsi molti esemplari di quest' alga, le parti apicali della quale, mosse leggermente dal flusso e riflusso, rimanevano scoperte.

Il *C. elongatun* vegeta nei seni di mare, nelle caverule poco esposte.

UDOTEACEAE (Endl.) I. Ag.

Udotea Lamour.

154. *Udotea Desfontainii* (Lamour) Decne.

U. Desfontainii, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 173 — De Toni Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 508 — Kg. Spec. Alg. p. 503: Tab. Phyc. VII, t. 19, f. b — Hauck Meersalgen p. 481 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 80.

U. lacinulata, Kg. Spec. Alg. p. 503.

U. ciliata, Kg. Tab. Phyc. VII, t. 19, a.

Abit. Abbastanza frequente.

Halimeda Lamour.

155. *Halymeda Tuna* (Ell. e Soland.) Lamour.

H. Tuna, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 174 — De Toni, Syll. Alg. Vol. I, Sect. I, p. 518 — Kg. Spec. Alg. p. 504: Tab. Phyc. VII, t. 21, f. 4 — Hauk Meersalgen p. 482. f. 212 — Ardiss. Enum. Alg. Sicil. N. 81.

Abit. Comunissima dapertutto.

SCHIZOSPOREAE Cohn.

LYNGBYA Ag.

156. *Lyngbya aestuarii* (Mertens) Liebm.

L. aestuarii, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 273 — Hauck Meersalgen p. 504.

L. aeruginosa, Kg. Spec. Alg. p. 282: Tab. Phyc. I, 88, VII.

L. crispa, I. Ag. Alg. medit. p. 11 — Kg. Spec. Alg. p. 283: Tab. Phyc. I, 89, IV — Ardiss. e Straff. Enum. Alg. Lig. p. 71.

L. glutinosa, Kg. Spec. Alg. p. 282: Tab. Phyc. I, 89, II.
L. interrupta, Kg. Spec. Alg. p. 281: Tab. Phyc. I, 88, IV.
Abit. Frequente sugli scogli ovunque.

157. *Lyngbya violacea,* Rabenh.

L. violacea, Ardiss. Phyc. medit. II, p. 275—Hauck Meersalgen p. 503.
L. polychroa, Kg. Spec. Alg. p. 278: Tab. Phyc. V, 85, V.
L. capillacea, Kg. Spec. Alg. p. 278: Tab. Phyc. I, 85, IV.
Abit. Catania, su alcune Alghe.

BACILLARIEAE Nitzsch.

COCCONEIDACEAE

Cocconeis Ehr.

158. *Cocconeis tentellum,* Elv.

Sul *Geliudium corneum* Lamx: porto di Siracusa, in aprile.

ACNANTACEAE

Achnanthes Bory

159. *Achnanthes subsessilis* Elv.

Sul *Ceramium rubrum* Ag. e sul *Cer. elegans* Ducluz: porto dl Catania.

160. *Achnanthes longipes,* I. Ag.

Sul *Cer. rubrum* e sul *Cer. elegans*: porto di Catania.

FRAGILARIACEAE

Synedra Ehr.

161. *Synedra affinis* Kg. *var. hybrida* Gr.

Sul *Cer. elegans*: porto di Catania.

LICMOPHORACEAE

Licmophora Ag.

162. *Licmophora Oedipus* (Kg.) Grun.

Abit. Sul *C. elegans* Ducluz: porto di Catania.

163. *Licmophora australis* (Kg.) Grun.

Abit. Sul *Cer. rubrum* Ag.: Porto di Siracusa.

STRIATELLACEAE

GRAMMATOPHORA Ehr.

164. *Grammatophora marina* (Lyngb.) Kg.

Abit. Sul *Cer. elegans* Ducluz: porto di Catania.

165. *Grammatophora marina var. intermedia* Grun.

Abit. Sul *Gelidium corneum* Lamx: porto di Siracusa.

166. *Grammatophora marina var. typica.*

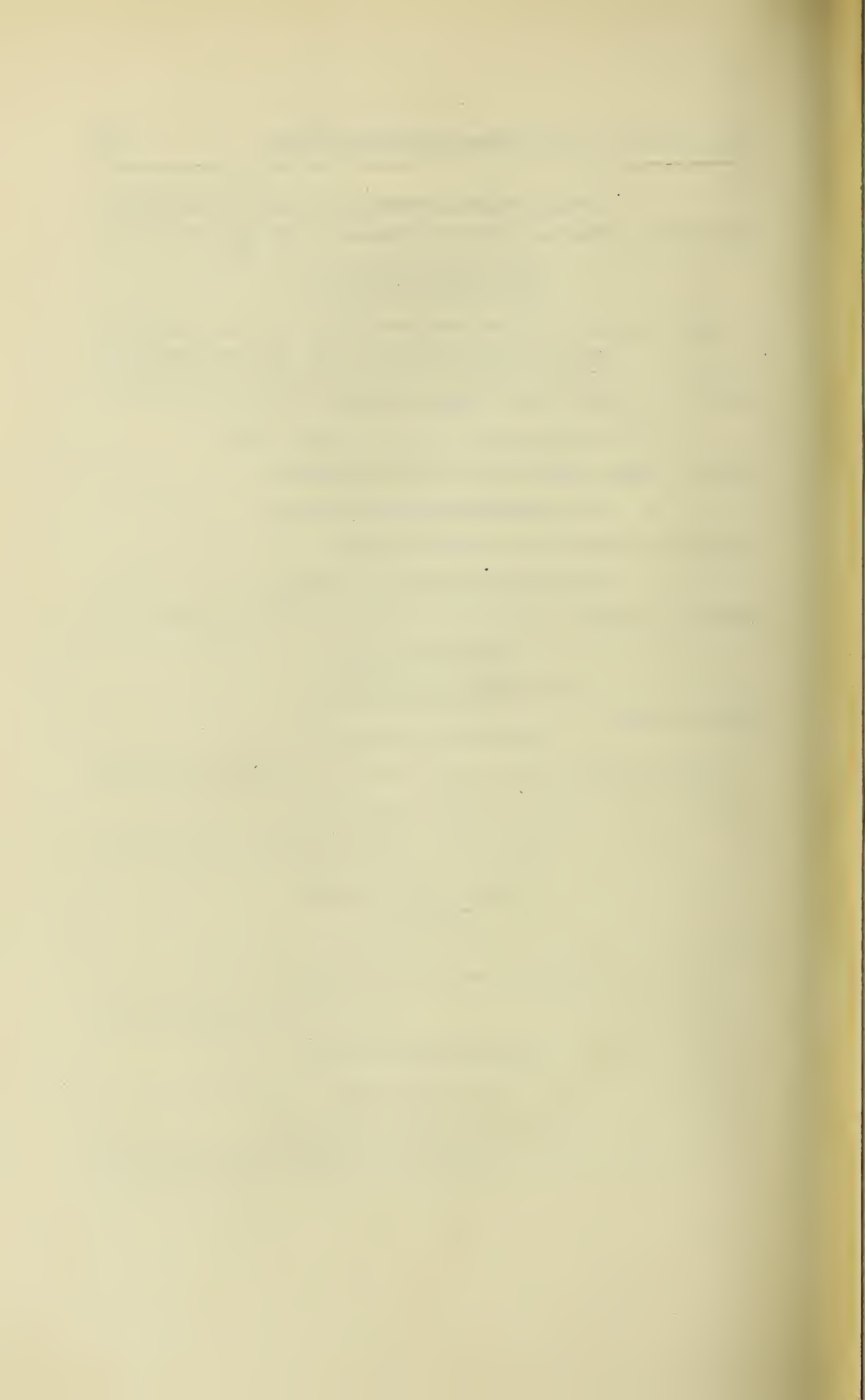
Abit. Sul *Gel. corneum* Lamx: porto di Siracusa.

167. *Grammatophora marina var. nodulosa.*

Abit. Come sopra.

RABDONEMA Kg.

160. *Rhabdonema adriaticum* Kg.

Abit. come sopra.

ISTITUTO BOTANICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI CATANIA

Bacteriosi del Fico

Memoria di F. CAVARA

(con una tavola)

Dopo che i progressi della microbiologia hanno aperto un nuovo orizzonte alla patologia generale e messo fuori di ogni dubbio che il maggior numero delle malattie che affliggono l'umanità è dovuto all' influenza di quei minutissimi esseri che vanno sotto il nome volgare di *microbi*, è evidente che anche l'indagine delle alterazioni delle piante dovesse seguire cotesto nuovo e ferace indirizzo. È così infatti che parecchie malattie di piante coltivate poterono essere, in questi ultimi tempi, chiaramente dimostrate di natura microbica; tale ad es. il *mal nero* della vite, che affligge sopra tutto le viti di Sicilia, provocato dal *Bacillus vitivorus* Baccar. (1), la tubercolosi della vite (2), la rogna dell'ulivo (3), i tumori del pino d'Aleppo (4), la necrosi dei germogli del gelso (5), e molte altre affezioni di piante orticole erbacee.

Novella conferma questa del principio unitario della vita.

(1) Baccarini P. *Il mal nero della vite,* in Stazioni sperim. agr. ital. Modena 1895.

(2) Cavara F. *Aperçu sommaire de quelques maladies de la vigne*—Rev. internat. de Viticult. et Oenolog. Macon 1877. e Stazioni sperim. agr. ital. 1897.

(3) Savastano L. *Il Bacillo della tubercolosi dell'olivo* (Rend. dell'Accad. dei Lincei 1889) Prillieux, *Bacilles des tumeurs de l'Olivier,* in Compt. Rend. de l'Acad. des. Sc. CVIII. 1889.

(4) Vuillemin P. *Sur une bactériocécidie ou tumeur bacillaire du pin d' Alepp.* Compt. Rend. de l' Acad. d. Scienc. 26 Nov. 1888.

(5) Boyer et Lambert, Comptes Rend. de l' Ac. d. Sc. de Paris 1894—Peglion V. *Bacteriosi del Gelso,* in Staz. sper. agr. ital. Vol. XXX. 1897.—Cavara *Intorno alla eziologia di alcune malattie etc.* Ibid. 1897.

Anche le piante nelle loro manifestazioni di carattere patologico si comportano come gli animali; la loro sostanza vivente, il protoplasma delle loro cellule può divenir preda di quegli esseri infinitamente piccoli, che tanta parte hanno nell' economia della natura, l' attività dei quali o la virulenza dei loro prodotti (tossine) induce così profonde modificazioni nelle strutture e nelle funzioni degli organi elementari da condurre gli esseri superiori a rovina. Le piante, come gli animali, soggiacciono all' attacco di cotesti invisibili nemici, fornendo mirabili esempi, nuovi aspetti e forme di quella che è la lotta per l' esistenza.

Scopo della presente memoria è appunto una breve illustrazione di una malattia microbica del Fico.

Fin dall' aprile del 1903 il Professore Domenico Bufalini, titolare della Cattedra ambulante di agricoltura per la provincia di Reggio Calabria, mi inviava in esame dei rami di Fico (*Ficus Carica* Lin.) che presentavano segni evidenti di avanzato deperimento. Lo stesso Professore, nella lettera colla quale accompagnava l' invio del materiale di studio, dava le seguenti notizie intorno alla malattia: « L'alterazione, egli scriveva, si presenta « così: dapprima il tronco si colora in rosa e poi sul tronco e « sulla parte alta della pianta compariscono delle macchie brune. « Le radici non presentano alterazioni di sorta, almeno a prima « vista. Il terreno su cui sono i fichi ammalati è di natura sili- « cea in parte, in alcune zone tendente all' argilloso; il sotto- « suolo è pochissimo permeabile; però la malattia l' ho riscon- « trata anche in piante coltivate in terreno profondo e sciolto « con sottosuolo permeabile, in piante giovani di 3 o 4 anni di « dimora sul posto. Mi si dice che questa malattia esista da « moltissimi anni, e vi sieno dei ficheti che la subiscono da 40 « anni. »

Mi diedi ad un esame particolareggiato dei rami inviatimi. Alcuni di essi erano completamente secchi verso la estremità per un tratto di parecchi centimetri; il limite fra la parte secca e la parte tuttora verde era alquanto indeciso, tuttavia il colore

e la diversa resistenza all' intaccatura della parte morta lo annunciavano abbastanza. Di più, nella parte secca si notavano numerosi forellini circolari, di 1 mm. circa di diametro, che denotavano l'azione di animali. Tagliando infatti con un bisturi ed in senso tangenziale quei rami, si mettevano a nudo delle sottili gallerie, che spesso facevano capo all' insetto che le aveva scavate e che era un piccolo coleottero.

Siccome le gallerie interessavano talora anche la parte non secca dei rami di fico, così veniva spontanea l' idea che a tale insetto fosse dovuto il deperimento delle piante.

Inviai, perciò, alcune porzioni di rami così alterati e alcuni di quegli insetti all'egregio amico, Prof. D.r Giacomo Cecconi dell' Istituto forestale di Vallombrosa, il quale con molto amore e competenza si occupa di danneggiamenti delle piante per opra di animali, invitandolo a volermi dare ragguagli in proposito. Colla consueta cortesia il Dottor Cecconi mi rispondeva che trattavasi dell' *Hypoborus Fici* Erich, il quale « vive general-« mente sotto la corteccia dei rami malandati di fico, dell'estre-« mità generalmente, affrettandone la morte. Insetto comune, « pel quale non si lamentavano danni che in casi rari di piante « intere. » Egli consigliava poi di raccogliere i rami infetti e di bruciarli.

Mentre cotesta risposta dell' amico entomologo di Vallombrosa toglieva valore e consistenza alla supposizione che l' *Hypoborus Fici* potesse essere la causa del deperimento dei fichi di Calabria, io stesso avevo già notato che il fatto del disseccamento totale delle estremità dei rami e la presenza di gallerie non era di tutti i campioni inviatimi, laddove vari caratteri si riscontravano, i quali facevano pensare ad altro ordine di cause del male. Si notava, infatti, da un lato uno scarso e rachitico sviluppo delle foglie che si presentavano con colorazione verde-giallastra, con abbondante peluria nella pagina inferiore e col margine increspato; d' altro lato i pochi fioroni che portavano quei rami pendevano appassiti dai loro peduncoli, staccantisi al

minimo urto, quindi destinati a precoce caduta. Negli internodi, poi, si osservano le alterazioni di cui faceva parola il Prof. Bufalini, e precisamente delle macchie longitudinali, d' ordinario orientate tutte da uno stesso lato, ora grigio-rosee, ora bruniccie, secondo il grado dell' alterazione, ma sempre facilmente discernibili anche per una notevole abrasione della corteccia (Tav. nostra fig. 6).

Praticando un taglio, in senso tangenziale, in corrispondenza di tali chiazze in modo da asportare il tessuto della corteccia e mettere a nudo parte del cilindro legnoso, come dimostra la fig. 7 della nostra tavola, si ha tosto una idea chiara della natura delle alterazioni interne dei rami, e si osservano delle macchie o strie longitudinali di tessuto legnoso più o meno necrosato, nel loro inizio di color giallastro, poi via via più scure fino a divenire di un bruno-ocraceo e mucide là dove il processo di degenerazione ha assunto i caratteri del vero cancro. Tale constatazione si può fare parimenti spaccando per il lungo un pezzo di ramo infetto, dopo averne con un bisturi appianata la sezione, come fa vedere la nostra fig. 8, la quale ancor meglio dimostra la varia localizzazione delle alterazioni. Anche le sezioni trasversali (fig. 1 a 5) danno una chiara idea di cotesta localizzazione e si può rilevare come alle volte sieno delle porzioni più o meno estese della corteccia che vengono colpite dal processo degenerativo, ed altre volte questo abbia sede in regioni più o meno profonde del cilindro legnoso, spesso anche senza un' apparente relazione fra le due regioni necrosate. Talora invece (fig. 3 e 5) si hanno dei settori ne' quali l' alterazione procede dalla corteccia e si spinge fin quasi al midollo.

Una serie più o meno grande di internodi presenta cotesti processi di necrosi, i quali soglionsi allargare viemaggiormente a livello dei nodi stessi, d' onde l' intristimento ed il rachitico sviluppo delle foglie e dei siconi. In tali alterazioni risiede perciò la ragione del deperimento dei rami, la cui

causa viene meglio chiarita dall' esame istologico delle regioni necrosate.

Intanto, come già il Prof. Bufalini asseriva, il sistema radicale era perfettamente immune da alterazioni qualsiasi, ciò che potei constatare in una pianta di pochi anni i cui rami erano invece colpiti dalla malattia.

Delle sottili sezioni praticate tanto trasversalmente che in senso radiale in un ramo infetto, anche senza il sussidio di alcun mezzo di colorazione, fanno vedere al microscopio come le macchie tanto del legno quanto della corteccia sieno dovute ad una sostanza mucillaginosa e finamente granulare ad un tempo, la quale si è sostituita al normale contenuto degli elementi istologici. Cotesta sostanza è particolarmente constatabile nel tessuto conduttore e precisamente ne' grossi vasi che ne sono infarciti. Le trachee, nel legno del Fico, come in quello della Vite e di tante altre piante, si presentano spesso riempite da quelle produzioni note sotto il nome di *tilli* e che sono introflessioni delle cellule parenchimatiche, circostanti ai vasi stessi. Ora esaminando in una sezione trasversale (Fig. 11) il primo accenno di una delle suddescritte alterazioni, si rileva come uno o pochi grandi vasi fra di loro ravvicinati in serie presentino un contenuto torbido, di un color giallo chiaro, in luogo dei tilli che si osservano invece negli altri vasi del legno ancor sano. Evidentemente le membrane delle cellule di riempimento dei vasi (tilli) hanno subìta una degenerazione completa, d' onde la sostanza di aspetto torbido e di colore gialliccio sopra notata. Una sezione longitudinale-radiale mette ancor meglio in evidenza cotesto prodotto di degenerazione dei tilli, e se l' osservazione si fa ad un notevole ingrandimento, ad es. con un obiettivo a secco di Koristka 8 o 9, o meglio con un obiettivo ad immersione, allora è facile rilevare in seno alla sostanza mucillaginosa suddetta una miriade di corpuscoli, a forma di corti bastoncini, fittamente aggregati fra di loro, che un occhio abituato sa riconoscere per schizomiceti. Trattasi perciò di vere e proprie zooglee

di bacteri occupanti per tratti più o meno estesi il vano dei grandi vasi.

La sostanza mucosa costituente le zooglee è naturalmente il prodotto della degenerazione dei tilli da un lato e della parziale gelatinizzazione delle membrane dei microrganismi stessi dall' altro.

In uno stadio successivo del processo infettivo si nota una irradiazione di questo dai grandi vasi alle cellule del parenchima circostante pel tramite delle punteggiature di quelli o per gli stessi passaggi praticati dalle cellule dei tilli. Si verifica qui quanto il Baccarini (1) ha osservato nei tralci di vite affetti da *mal nero.* I punti di contatto anzi fra questa malattia della vite e quella del Fico che qui ci occupa, sono parecchi come appresso anche vedremo. I primi focolai o centri infettivi, da cui irradia il processo morboso, sono in entrambi i casi i grandi vasi, o meglio quei grandi vasi ne' quali si è venuto ad insediare l' agente della infezione stessa. Per successiva irradiazione da questi le zooglee bacteriche invadono le cellule del parenchima legnoso, ove trovano come materiale nutritizio l' amido, ed in seguito i raggi midollari e la zona del cambio, d'onde si diffondono agli elementi del libro e della corteccia ricchi di sostanze di nutrizione. Quivi la moltiplicazione dei microrganismi si fa rigogliosissima e gli effetti del copioso sviluppo delle colonie divengono disastrosi per la pianta ospite. Il contenuto delle cellule in degenerazione si fa giallo-bruno, le membrane non lignificate cadono in preda ad un intenso processo lisigenico per opera dei prodotti dell' attività dei microrganismi pullulanti, e si ha, oltre ad uno sfacelo dei tessuti, delle vere e proprie soluzioni di continuità (V. Fig. 13 e 14), donde l' abrasione dei tessuti corticali che è uno dei caratteri esterni dei rami infetti, come si disse sopra. Negli esemplari avuti in esame , riferentisi a piante giovani , non fu dato osservare che lo sfacelo dei tessuti corticali portasse all'erosione

(1) Baccarini P. Op. cit. pag. 478.

di questi fino ad ottenersi degli spacchi longitudinali come nel *mal nero della vite,* che perciò fu detto anche *male dello spacco.* Tuttavia in qualche ramo (V. fig. 6) si potè rilevare l' inizio di un simile processo distruttivo.

Non vi ha dubbio, intanto, che per processo lisigenico delle membrane delle cellule parenchimatiche gli elementi meccanici del libro ossia le fibre del libro duro vengono come isolate dal parenchima liberiano (fig. 14), mentre esse pel grado notevole di lignificazione delle loro membrane resistono all'azione distruttiva dei bacteri o dei loro prodotti.

I laticiferi sono egualmente invasi, come può rilevarsi dal colore giallo-bruno che assumono in certi loro tratti, in corrispondenza dei quali si mostrano infarciti di batteri, e finiscono per cadere in isfacelo come le cellule del parenchima erbaceo.

Quest' ultimo tessuto è più particolarmente affetto da necrosi per profonda alterazione sia del contenuto che delle membrane delle sue cellule. Uno sguardo alla fig. 13 dà ragione di simile degenerazione. Che ciò possa e debba avvenire, si spiega facilmente sia per la quantità di materiali plastici di questo tessuto, sia per il tenue grado di lignificazione delle membrane cellulari. Tanto nelle sezioni trasversali di tronchi infetti (fig. 1 a 5) quanto nelle sezioni radiali (fig. 8), si rileva il maggiore sviluppo assunto dal processo anatomo-patologico nei tessuti corticali rispetto a quello dei tessuti legnosi, non ostante che questi ultimi rappresentino i punti di partenza dell' infezione, i primi focolai, essendo presumibile che la infezione siasi fatta strada dall' esterno per la via del sistema conduttore, per le aperture beanti dei grossi vasi del legno in caso di tagli nei rami, di sfogliatura di questi, di distacco di siconi fortuito o causato dall' uomo. Tale interpretazione è avvalorata, del resto, dallo stato perfettamente normale delle radici delle piante infette.

Ammessa tale origine della infezione per parte di microrganismi portati dall' aria o dall' acqua, ovvero indirettamente dall'uomo, è evidente che stabilitasi una colonia in uno o più

dei grossi vasi , da essa abbia potuto procedere l'infezione sia in senso longitudinale per la via stessa dei vasi e agevolata dalla corrente traspiratoria, sia in modo più lento in senso trasversale per irradiazione dai vasi nelle cellule del parenchima legnoso, in quelle dei raggi midollari, nella zona cambiale, nel libro e nella corteccia. Onde la differente localizzazione delle macchie, notata fin dal principio di questo scritto, verrebbe spiegata dal diverso modo di diffusione delle zooglee bacteriche attraverso e lungo i differenti tessuti della pianta infetta.

La diversione dei materiali elaborati della pianta, l' accumulo di sostanze di rifiuto dei microrganismi e di alterazione dei tessuti, la necrosi di questi spiegano senz'altro il deperimento dei rami, le ipoplasie nei germogli, lo sviluppo meschino delle foglie e delle infiorescenze.

Ragioni di analogia che questa malattia del fico offre col *mal nero* delle viti, colla batteriosi o necrosi del gelso, la presenza di microrganismi e di zooglee nei vasi conduttori ed in altri elementi istologici, che adatti processi, di colorazione (Bleu di Metilene, Bleu di Poirier, Fucsina, etc.) mettono anche meglio in rilievo, indussero ragionevolmente a pensare che si trattasse di malattia infettiva e che l' agente fosse il batterio che trovavasi così copioso nei vari sistemi anatomo-fisiologici. Dovevasi perciò portare l' indagine sui caratteri biologici di tale microrganismo.

Col materiale fresco inviatomi dal Professore Bufalini procedetti a ricerche di coltura con diversi substrati.

Preparai anzitutto una gelatina peptonizzata a base di succo estratto da foglie giovani e germogli di fico. In tubetti d' assaggio introducevo coll' ago di platino (prima arroventato alla fiamma) tenui porzioncelle di legno in incipiente necrosi, asportato con debite cure e previa sterilizzazione da ramo infetto; poi facendo fondere la gelatina colla palma stretta della mano, quella veniva versata in una scatola Petri che era stata esposta prima a 150.° Si avevano così colture a piatto, dalle quali era

permesso poi l' isolamento delle colonie nel caso d' inquinazione di microrganismi diversi nella coltura.

Dopo due giorni si osservò attorno ai frammenti di legno una nubecola, che era l' inizio di colonia bacterica e qua e là piccole punteggiature che erano pure delle minuscole coloniette provenienti da germi isolati, separatisi dal pezzetto di legno. Dopo alcuni giorni attorno alle porzioncelle di legno necrosato si era formata una cospicua colonia grumosa, di colore bianco-crema, e le coloniette isolate erano divenute lenticolari, madreperlacee e con un alone fluido tutt' attorno, segno evidente di fusione della gelatina. Si fecero tosto dei trasporti sì dalla colonia principale che dalle secondarie in nuovi tubetti, che si lasciarono alla temperatura dell' ambiente (di giorno 15° circa). In breve tempo, da 24 a 48 ore, si avvertiva alla superficie obliqua della gelatina dei tubi di coltura una colonia frangiata ai lati della linea di infissione, di colore bianchiccio e piuttosto grumosa verso la parte centrale, mentre nel cono d' infissione si delineava una nubecola costituita da numerose minuscole coloniette globulari. Lo sviluppo era evidentemente più contrariato nel cono d' infissione di quello che alla superficie libera. Quivi anzi in pochi giorni la colonia si allargò, prese contorno più regolare e assunse un colore giallo che andò sempre più intensificandosi.

Dopo parecchi giorni si notava la fluidificazione della gelatina, per cui, affondandosi la colonia, veniva a confondersi con quelle globulari del cono d' infissione. Alla superficie della gelatina fusa restavano a galleggiare dei lembi di sostanza giallastra costituita forse da materiali di natura escrementizia e da spoglie o membrane abbandonate dai microrganismi. Coll' evaporare del liquido di fusione della gelatina tali residui rimanevano aderenti, ad anello, alla parete del tubetto.

Da quasi tutte le colture a piatto si ebbero le due forme di colonie suddette, cioè l' una grumosa, aderente ai frammenti di materiale seminato e le altre minutissime. In pochi casi al-

tri microrganismi inquinarono le colture, ma, atteso i peculiari caratteri delle loro colonie, fu possibile, perciò, l'isolamento della forma che sviluppavasi nell'interno dei tessuti del fico e di essa ottenere delle colture pure.

Altri mezzi solidi furono pure usati per questo microrganismo e così agar-agar, fette di pane, di patate, di zucca e di banani, con i risultati che qui brevemente espongo.

L' agar-agar, che fu preparato con aggiunta di peptone e dei costituenti del liquido di coltura di Raulin, si mostrò un cattivo substrato, le colonie procedettero assai lentamente e poi si arrestarono dopo uno scarso sviluppo. Dando esso reazione neutra, si pensò di modificarlo sia coll' acidificarlo da un lato sia coll' alcalinizzarlo dall' altro. Colla prima modificazione si ottenne uno sviluppo mediocre, colla seconda non si ebbe accenno a moltiplicazione alcuna.

Su fette di pane sterilizzate in autoclave, si ebbe pure assai scarso sviluppo. Le colonie si mantenevano di color bianco-latteo per molti giorni. Fatti dei trasporti nella solita gelatina, esse ripresero il loro sviluppo con gli ordinari caratteri.

Su patate cotte si ebbe invece un rigogliosissimo sviluppo. In pochi giorni la superficie di fette aventi 4 o 5 cm. di diametro fu invasa da ampia colonia semi-fluida, vischiosa, di color giallo d' oro.

Sopra fette di zucca (varietà a polpa rosso-aranciata assai zuccherina) si ebbe del pari un cospicuo sviluppo. La polpa di zucca veniva tutta invasa e compenetrata dalla colonia batterica in guisa da assumere in seguito, per la graduale perdita di acqua un aspetto tutto speciale, come fosse caramellizzata.

I banani pure si mostrarono un buon substrato di coltura.

Lo sviluppo, tuttavia, delle colonie fu meno rapido che su zucca o patate, e quale carattere speciale una colorazione giallo-chiara della colonia, come di crema di latte.

Condizioni che promuovono lo sviluppo di questo bacterio sono : nutrizione proteico-idrocarbonata , un certo grado di aci-

dità del substrato, presenza di ossigeno libero e temperatura non troppo elevata.

Astraendo dalle due prime condizioni che risultano dimostrate dalle prove di coltura, aggiungeremo che il bisogno di ossigeno, quindi il carattere aerobico del nostro microrganismo ebbe una conferma anche nel risultato negativo di una sua coltura in provetta ad acido pirogallico. Riguardo al suo comportamento rispetto alle condizioni termiche, dissi già che la temperatura diurna di circa 15° era favorevolissima allo sviluppo delle colonie, non ostante gli abbassamenti notevoli notturni. Furono anche cimentate temperature più elevate col termostato, e potei stabilire che da 20° a 25° si aveva già un rallentamento nello sviluppo delle colonie, rallentamento che si accentuava a 30° ed un arresto assoluto verso i 35° e 37°, temperature favorevoli invece ai bacteri patogeni degli animali.

La diminuzione graduale dell' acqua nel substrato, in un coll' impoverimento di materiali nutritizii, promuoveva la sporificazione o formazione di germi. La resistenza di questi al difetto di acqua si mostrò notevolissima. E ciò potei constatare nelle colture fatte su fette di zucca. Essendosi queste, per così dire, caramellizzate, rese cioè secche e diafane, e conservando nella loro massa germi del batterio coltivatovi sopra in primavera, potei ottenere ancora nell' inverno dell' anno succesivo la riproduzione di colonie da pezzi di zucca secchi, trasportati in gelatina fresca.

Mi resta ora a dire dei caratteri morfologici di questo microrganismo. Accennai già, parlando delle alterazioni anatomiche dei rami di fico, alla forma di corti bastoncini presentata da esso nelle zooglee dei grandi vasi. Ma meglio che nei tessuti della pianta invasa, gli è nel materiale delle colture che si poteva condurre uno studio morfologico di questo schizomicete. Col materiale delle colture giovani, specie con quelle su fette di patate, substrato che si mostrò sovra ogni altro eccellente, potei fare molteplici preparazioni, che mi misero in grado di apprez-

zare le particolarità di forma e di struttura del nostro bacterio. Un metodo che mi diede eccellenti risultati fu quello di fissare sul vetrino il materiale di coltura con sublimato alcoolico acetico e di colorare con Bleu di Metilene (soluzione alcoolica 1 + 10 acq. secondo A. Mayer *Practicum der botan. Bakterienkunde* pag. 152) e Fucsina di Ziel. La sostanza fondamentale della zooglea si colorava in rosso, e i bacteri si coloravano in bleu. Da buone preparazioni potei rilevare con sufficiente chiarezza le forme e le disposizioni assunte da questo bacterio. Esso presentasi in giovani colture o isolato o allo stato di aggregazione.

Gli articoli isolati o hanno forma di corti bastoncelli ottusi agli estremi, a guisa di *Clostridium* e misuranti appena 1, 5×0.5 μ, ovvero sono cilindracei, ottusi ed un po' rigonfi agli estremi, misuranti 2 — 2, 6 × 0. 6 μ.

Questa seconda forma rappresenta una fase di accrescimento e preludia alla loro divisione, in seguito alla quale si hanno forme analoghe ai diplococchi e streptococchi.

Nelle forme pluri-articolate o filamentose il diametro degli articoli si mantiene costante, mentre in quelle isolate e nelle diplococcoidi gli articoli sono d' ordinario rigonfi nel loro mezzo.

Nelle colture di due giorni o tre, tanto nelle forme isolate che in quelle aggregate in serie lineare, si rendono visibili dei vacuoli, cioè delle soluzioni di continuità nella massa colorabile, vacuolizzazioni, che precedono senza dubbio la formazione di germi o spore. Infatti, in colture ancor più avanzate, cotesta formazione di germi riesce evidente per la decisa delimitazione di un globulo (di rado due), che assorbe bene la sostanza colorante, mentre la restante parte del contenuto degli articoli resta incolora.

Le varie forme semplici o seriate di questi batteri si raggruppano poi in zooglee più o meno grandi, lobulate o botrioidi e conservanti a lungo il loro carattere differenziale in seno alla massa fondamentale della coltura.

Cosa analoga io avevo osservato pel bacterio della necrosi del gelso (1), nel quale tali zooglee botrioidi, come le chiama allora, andavano poi disfacendosi coll' invecchiare della coltura.

Oltrechè col Bleu di Metilene e Fucsina Ziel, questi bacteri si colorano bene col Violetto di Genziana (Metodi Grahmi e Bizzozzero), con Fucsina sola, ed anche con Emallume Mayer. Queste due ultime sostanze, se non danno molta intensità di tinta, hanno il vantaggio che lasciano intatta e chiara la membrana, onde la parte colorabile e le vacuolizzazioni si rendono assai evidenti.

A lato delle forme sopra descritte, che si riscontrano predominanti nelle colture giovani, si osservano qua e là articoli più grossi di forma ellittico-allungata od ovale-allungata, semplici o a due a due, pure vacuolati, che ritengo sieno da considerarsi come forme d'involuzione, sia perchè assai più frequenti nelle vecchie colture, sia per la poca costanza della loro forma ed aggruppamento. Così, per es., si hanno due articoli di diseguali dimensioni riuniti assieme, ricordanti le gemmazioni dei saccaromiceti.

Astraendo da coteste forme degenerative, il microrganismo isolato dai rami infetti di fico potrebbe riferirsi al genere *Bacterium* o al genere *Clostridium*, attesa la forma assottigliata agli estremi, presentata dai giovani articoli isolati. Dico potrebbesi riferire, perchè anche con la ripetuta applicazione del metodo Löffler (2) non mi fu dato mettere in evidenza ciglia vibratili. Solo posso dire che con questo metodo, pur tanto raccomandato dai bacteriologi, mi si resero bene visibili invogli gelatinosi, (*Gallertschichten* o *Gallerthüllen* di A. Fischer, *Vorlesung. ü. Bakterien* p. 12) tanto di articoli isolati che seriati.

---

(1) Cavara F. *Intorno all'eziologia di alcune malattie di piante coltivate.* Staz. agr. ital. Modena — Vol. XXX. 1897 p. 500.

(2) Fischer A. *Untersuchungen über Bakterien.* Pringsheim's Jahrbücher XXVII 1895 p. 81 e seguenti.

Denominando per ora *Bacterium Fici* questo schizomicete, non posso starmi dal rilevare le grandi affinità che esso ha con il *Bacillus vitivorus* Baccar. (*B. Baccarini* Macchiati) e col *Bacterium Mori* Boyer et Lamb. specialmente con quest' ultimo, non tanto per la forma e le dimensioni degli articoli, quanto pei caratteri delle colture e la forma delle prime zooglee, come pure per la natura delle alterazioni indotte nelle piante e che sono dei veri e propri processi cancerosi.

Tutto induce nella persuasione che si tratti verosimilmente di forme o varietà di uno stesso tipo specifico, adattatesi a vita parassita nella vite, nel gelso e nel fico.

Ecco intanto la frase diagnostica che se ne può dare:

Bacterium Fici nov. sp. *Baculis primo oblongo—ellypsoideis* 1. 5 × 0. 5, μ *dein cylindraceis* 2 — 2, 6 × 0, 6μ, *apicibus obtusis, plerumque binatis vel in filamenta evolutis*; *capsulis gelatinosis obtectis, zoogloeas inde lobulatas vel botryoideas efformantibus.*

Hab. In ligno et in cortice ramulorum *Fici Caricae* parasitans, maculas cancerosas luteo-brunneas, mucidasque gignens. Aerobius, gelatinam liquefaciens, colonias primo punctiformes, hyalinas, dein late mucosas, luteas praebens.

Se lo studio delle alterazioni anatomo-patologiche ed i risultati delle ricerche batteriologiche portano alla sicura convinzione che il deperimento delle piante di fico della Calabria sia dovuto all' azione del microrganismo sopradescritto, e tale convinzione è pure confortata da ragioni di analogia che questa affezione del fico ha con la bacteriosi del gelso e col *mal nero* della vite, del pari di origine microbica, restava pur sempre da invocare quella conferma che l'indirizzo odierno della patologia esige, la riproduzione artificiale, cioè, della malattia mediante la inoculazione in piante sane del microbo patogeno, o in altre parole del prodotto delle colture di esso in uno dei tanti substrati cimentati.

Ad ottenere cotesta conferma, che era pur da me tanto de-

siderata, mi accinsi fin dal 1903, e sopra due piante di *Ficus Carica* dell' Orto botanico e precisamente della varietà che dà i cosidetti *fichi dottati* feci due sorta di innesti a scopo di riprodurre, se era possibile, le alterazioni dei fichi di Calabria. In una delle piante praticai, su ben nove rami, delle incisioni della lunghezza di 1 cm. e della larghezza di 3, 4 mm., con tagli convergenti in modo da poter comprendere dei cunei di egual forma e dimensione di legno infetto, ancor fresco, di fichi calabresi. Fatto cotesto innesto, legavo il ramo con tiglia da giardinieri. Nell' operazione di taglio tanto del legno malato che del sano era usata ogni cautela con bisturi sterilizzato alla fiamma.

In altra pianta si asportarono all' estremità di pressochè egual numero di rami le foglie od i fioroni che eventualmente vi si trovavano, e dopo avere per bene proscingata dallo sgorgo di lattice la ferita, si spalmava questa con coltura di *Bacterium Fici* fatta su patate e si fasciava colla solita legaccia.

Queste prove di inoculazione vennero fatte nel Maggio del 1903. Ma tanto nell' una che nell' altra delle esperienze non si ebbero nel corso dell' estate e dell' autunno susseguenti sintomi di alterazione o di deperimento degli ultimi internodii.

Nei casi di innesto di porzioni di legno malato, la pianta reagì in guisa da cicatrizzare perfettamente ed anche da espellere il cuneo di legno estraneo. Nelle inoculazioni con materiale di coltura del batterio non si ebbe del pari effetto visibile.

Nell'inverno susseguente, avendo con nuovo materiale, pervenutomi da Reggio Calabria, potuto rinnovare le colture, rifeci le esperienze con metodo anche diverso. Su rami delle stesse piante, nel 2° o 3° internodio, praticai con bisturi sterilizzato alla fiamma una incisione a T, come quella che permette di staccare agevolmente la corteccia e di introdurre porzione di materiale di coltura, che resta così a contatto dei tessuti attivi. Le ferite venivano qui pure fasciate con la solita tiglia, che si ebbe cura anche di sterilizzare in autoclave. Tali prove di inoculazione furono fatte quando le piante erano in riposo.

Ora esse ripresero a vegetare in modo normale anche nei rami inoculati, i quali diedero al pari degli altri e foglie e siconi, nè su di essi apparve alcuno dei sintomi e caratteri delle piante infette di Calabria.

Per quanto sia noto che la riproduzione artificiale di malattie infettive, nei vegetali, non è tanto facile ad ottenersi, non potendosi sempre realizzare le condizioni volute, specialmente in piante arboree di piena terra, esposte interamente alla influenza degli agenti esterni, tuttavia il responso negativo dei citati tentativi, fatti con metodi anche diversi ed in due differenti epoche dell' anno, mi sorprese non poco. La ragione dell' insuccesso non era certo da ascriversi a difetto di precauzioni o a sterilità del materiale di coltura. Una probabile spiegazione è forse da ricercarsi, io credo, in una particolare resistenza della varietà locale di fichi sui quali si eseguirono le prove di inoculazione, ed anche in condizioni sfavorevoli di ordine meteorologico.

Non ostante questo risultato negativo delle prove di riproduzione artificiale della malattia del fico di Calabria, io sono incline a ritenerla di natura infettiva, una vera e propria *bacteriosi*, sia per la natura delle alterazioni e la immancabile presenza di batteri nei tessuti alterati, sia per la costanza della forma del microrganismo ottenuto da materiale in diverse riprese, e cimentato in tanti differenti mezzi di coltura, sia infine per la straordinaria analogia di comportamento del processo anatomopatologico in confronto di quelli della bacteriosi della vite e del gelso, che erano stati in precedenza da me parimenti studiati.

Circa il modo di origine di cotesta infezione microbica, è azzardata ogni ipotesi. Dubbia è sempre la genesi di una batteriosi di pianta legnosa, quando la sua localizzazione è nei rami e nel tronco.

Ma dal fatto stesso che il sistema radicale dei fichi malati si trovò perfettamente sano è necessità l' ammettere che la via tenuta dai microrganismi patogeni per insediarsi nella corteccia e nel corpo legnoso sia stata una soluzione di continuità nei

tessuti corticali, ovvero una ferita, la recisione e lo stroncamento di rami, e fors'anco l' asportazione di foglie o dei primi siconi (fioroni). Anche pel *mal nero* della vite una simile interpretazione è stata data dal Comes e dal Baccarini, ed in questo caso è tanto più attendibile in quanto la vite va soggetta ad annuali amputazioni di rami.

Certamente il modo di irradiarsi del processo patologico, quale risulta dall'esame anatomico, e cioè: la presenza di focolai nella profondità del cilindro legnoso, talvolta quasi a contatto del midollo, il trovarsi anche dei vasi singoli infarciti di zooglee bacteriche, mentre il circostante parenchima non presentasi ancora invaso, rende assai verosimile la ipotesi che il sistema conduttore e più precisamente i grandi vasi sieno stati il veicolo del microrganismo patogeno, qualora tale sistema conduttore sia venuto in qualche organo aereo esposto agli agenti esterni.

È più probabile, in altre parole, un'origine in conseguenza di trauma, che una infiltrazione attraverso i tessuti corticali.

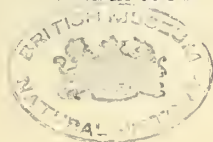
Così stando le cose, il modo di cura di una simile bacteriosi non può essere che radicale, e cioè l'amputazione dei rami fino a che alla sezione di taglio non appaiono più traccie delle descritte alterazioni, condizionando poi in conveniente maniera con mezzi adatti (catrame, cera, etc.) la superficie dell' organo reciso al fine di impedire una novella infezione. In via profilattica è solo da consigliarsi il buon governo delle piante, impedire cioè che ad esse vengano fatti tagli, recisioni di rami, asportazioni di organi fogliari o fiorali od altre offese che possano mettere allo scoperto il sistema conduttore.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA.

Fig. 1-5 Sezioni trasversali di rami infetti.

— 6 Porzione di ramo infetto, mostrante una chiazza longitudinale *a*, in parte con lievi screpolature della corteccia.

— 7 Porzione di ramo infetto, dal quale è stata asportata con taglio tangenziale la corteccia così da mettere a nudo il legno necrosato.

— 8 Sezione radiale di un ramo infetto per fare vedere le localizzazioni delle alterazioni.

— 9 Zooglee di *Bacterium Fici* tratte da giovine coltura su patate.

— 10 *Bacterium Fici:* vari stadii ritratti dai preparati. Coloraz. con Bleu di Metilene e Fucsina Ziel. Ingrand Obbiett. Immers. Omog. Apocrom. 2. mm. Ocular. Compens. 12. (Koristka). *a*) bacteri normali — *b*) id. con capsule della membrana—*c*) forme di involuzione.—*d, e*) bacteri con vacuoli e con germi.

— 11 Porzione di sezione trasversale di ramo infetto, con focolaio microbico localizzato quasi a una trachea e poche cellule del parenchima legnoso.

— 12 Porzione di sezione longitudinale-radiale, per far vedere un grosso vaso con zooglee bacteriche.

— 13 Sezione trasversale di ramo infetto, che fa vedere un processo canceroso inoltrato nella corteccia e focolai bacterici nel corpo legnoso quasi a contatto del midollo; disegno tratto da una microfotografia.

— 14 Sezione radiale di ramo infetto, che mette in evidenza l' isolamento di fibre del libro per dissoluzione delle membrane delle cellule parenchimatiche, dovuto all' azione dei microrganismi; disegno tratto da una microfotografia.

F. Cavara dis

Bacteriosi del Fico

INDICE